

Smart-Assistance-Lösungen bei der SBB

Prototyping und Evaluation von
Augmented-Reality-Systemen für
Instandhaltungsarbeiten



Autoren

Jessica Goodson, Sibylle Trenck

Auftraggeber

SBB AG, Solution Center Infrastruktur, Patrick Schwab

Coach

Toni Steimle

Abstract

Hintergrund

Innerhalb der Innovation Gates der SBB AG halten immersive Technologien wie Augmented Reality zunehmend Einzug und es werden POCs für unterschiedliche Anwendungsfälle konzipiert und entwickelt. Werden neue Technologien in einen bestehenden Arbeitsprozess integriert, so stellt die Komplexität Unternehmen und Mitarbeitende vor eine Reihe neuer Herausforderungen. Machbarkeit und auch Grenzen müssen zuerst erforscht und getestet werden. Wenn Unternehmen jedoch Innovationen ohne Einbezug der Benutzer, ihrer Aufgaben sowie des Kontexts, in dem diese ausgeführt werden, vorantreiben, laufen sie Gefahr, dass Anwendungen entwickelt werden, die nicht auf die Bedürfnisse der Benutzer abgestimmt sind und vor allem keine Akzeptanz finden, weil die Arbeitsprozesse ungenügend unterstützt werden.

Ziel

In unserer Masterarbeit haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, den Mehrwert, den das Vorgehen des User Centered Designs mit sich bringt, aufzuzeigen. Wir möchten herausfinden, wo Augmented-Reality-Systeme innerhalb von Instandhaltungsarbeiten bei der SBB AG am effektivsten zum Einsatz kommen könnten und welche Interaktionskonzepte und Usability Kriterien dabei berücksichtigt werden müssen.

Methodik

Ein wichtiges Anliegen unserer Arbeit besteht darin, das «richtige» Problem zu lösen. Für die Identifikation dieses Problems war die vertiefte Analyse von unterschiedlichen Arbeitskontexten in Fachbereichen der SBB innerhalb der Instandhaltung ausschlaggebend, welche wir mit qualitativen Methoden durchgeführt haben. Im Folgenden haben wir eine dieser Situationen anhand von szenarienbasierten Methoden detailliert untersucht und modelliert. Die Formulierung von Annahmen aus Unternehmens- und Benutzersicht haben wir in Form von Problemstellungen und Hypothesen gemäss den jeweils gewonnenen Erkenntnissen kontinuierlich verdichtet und präzisiert.

Unsere Analyse mündete über Design-Thinking-Methoden in verschiedene Lösungsvorschläge. In einer ersten Iteration haben wir zwei Lösungskonzepte anhand von Low-Fidelity-Prototyping überprüft und erste Erkenntnisse gesammelt. In einer zweiten Iteration haben wir den Fokus verstärkt auf die Ergonomie von Augmented-Reality-Systemen gelegt, mithilfe von High-Fidelity-Prototyping den Tragekomfort von zwei unterschiedlichen Systemen evaluiert und abschliessend die Erkenntnisse mit unseren Hypothesen verglichen.

Unsere Methodik haben wir über die Arbeit hinweg reflektiert und im Ausblick eine Zusammenfassung unserer Erkenntnisse und Empfehlungen für den Auftraggeber erstellt.

«Verbunden mit der Einführung innovativer Lösungen für den Augmented Worker ist das Denken in Use Cases. Erst wenn die Bedürfnisse der Nutzer durch iteratives Vorgehen von Prototypen über Testphasen verstanden werden, kann ein Unternehmen die Lösung auch wirkungsvoll umsetzen und betreiben. Bei der Umsetzung ist die Zusammenarbeit von funktionsübergreifenden Teams eine wesentliche Voraussetzung, damit die Lösung kontinuierlich der verändernden Umwelt und den Bedürfnissen des Augmented Workers angepasst werden kann. Schlussendlich müssen Learning- und Schulungs-Methoden angepasst werden.»¹

¹ Guggisberg, V. (2017). Vom Mobile Worker zum Augmented Worker; in: Wilbers, K. (Hrsg.); Handbuch E-Learning, Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis – Strategien, Instrumente, Fallstudien. Köln: Wolters Kluwer. S. 104

Inhalt

1 Einleitung	5
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Auftraggeber	6
1.3 Fragestellung und Ziel der Arbeit	7
1.4 Abgrenzung	8
1.5 Hinweise an die Leser	8
2 Organisation	9
2.1 Vorgehen	10
2.2 Projektplanung und Zusammenarbeit	14
2.3 Kick-Off mit Stakeholdern	15
2.4 Projekt- und Produktrisiken	15
3 Grundlagen	17
3.1 Ziele und Methoden	18
3.2 Einführung in die Thematik	18
3.3 AR-Technologien im Überblick	21
3.4 Experten-Interviews	23
3.5 Insights Grundlagen	31
4 Das richtige Problem lösen	33
4.1 Ziele und Methoden	34
4.2 Stakeholder Interviews	35
4.3 Erste Problemstellung	40
4.4 Kontextanalyse 1. Runde	44
4.5 Ad-hoc-Personas	49
4.6 Entscheidung für eine Situation	52
4.7 Kontextanalyse 2. Runde	54
4.8 Präzisierung der Problemstellung	64
4.9 Sachreflexion	66
5 Das Problem richtig lösen	67
5.1 Ziele und Methoden	68
5.2 Iteration 1: Interaktionskonzepte	70
5.3 Iteration 2: Ergonomie	85
5.4 Sachreflexion	92
6 Ausblick	93
6.1 Fazit und weiteres Vorgehen	94
6.2 Feedback des Auftraggebers	97
6.3 Unsere wichtigsten Learnings	99

7 Danksagung	101
8 Literatur- und Abbildungsnachweis	102
8.1 Literaturverzeichnis	102
8.2 Abbildungsverzeichnis	103
9 Eigenständigkeitserklärung	106
Anhang	107

1 Einleitung



1.1 Ausgangslage

Bei der SBB AG wurde im Rahmen des Technologie Management Boards (TMB) im Frühjahr 2017 ein divisionsübergreifendes Kompetenzzentrum für Extended Reality zur Entwicklung von Anwendungen für Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) geschaffen, welches den Erfahrungsaustausch fördern und Synergien zwischen Stakeholdern bei den Divisionen Infrastruktur, Personen- und Güterverkehr sowie Immobilien nutzen soll. Ziel ist es, erste Proof-of-Concept-Projekte (PoC) für AR- und VR-Anwendungen mit unterschiedlichen Devices zu entwickeln, um diese mit Anwendern zu testen und deren Feedback einzuholen. Das TMB hat uns die Möglichkeit eröffnet, mit Stakeholdern und Benutzergruppen in Kontakt zu treten, an Meetings zur Use Case Evaluation teilzunehmen und unsere Masterarbeit nach UCD-Vorgehen zu realisieren.

Durch diese Ausgangslage konnten wir einen Überblick über geplante PoCs erhalten und Kontextanalysen in unterschiedlichen Bereichen der Instandhaltung durchführen, um einen Use Case mit Mehrwertpotenzial für Augmented-Reality-Systeme im Rahmen unserer Masterarbeit zu evaluieren.

Im Zuge der Stakeholder-Interviews (*siehe Abschnitt 4.2 Stakeholder Interviews*) konnten wir die Bedürfnisse aus Unternehmenssicht abholen und einen Einblick in die Herausforderungen bei der Einführung einer neuen Technologie wie Augmented Reality erhalten.

1.2 Auftraggeber

Für unseren Auftraggeber, das Solution Center Infrastruktur (SCI) bei der SBB AG, untersuchen wir Smart-Assistance-Lösungen anhand von Prototyping und evaluieren Augmented-Reality-Systeme für Instandhaltungsarbeiten im Bereich Störungsbehebung. Das SCI entwickelt als Dienstleister IT-Systeme und Fachapplikationen für die Division Infrastruktur, welche zuständig ist für den Bau, Unterhalt und Betrieb der drei Netze der SBB: das Schienen-, Bahnstrom- und Telekommunikationsnetz für den Bahnbetrieb.

Im Kontext von Instandhaltungsarbeiten sind heute Applikationen im Einsatz, mit welchen Wartungs- und Prüfungsarbeiten durchgeführt werden. Diese werden zum Teil über Desktop- und Tablet-Applikationen, aber auch mithilfe von Papier-Checklisten und Excel-Dokumenten von ca. 10 000 Mitarbeitenden in den unterschiedlichen Fachdiensten wie Fahrbahn, Fahrstrom, Elektro- und Sicherungsanlagen, Ingenieurbau, Telekom, Umwelt etc. ausgeführt. Das Ziel der SBB Infrastruktur ist die sichere und kosteneffiziente Abwicklung von Störungsbehebungen, dem Unterhalt und Erneuerungen bei der Instandhaltung von Anlagen im Bahnbetrieb.

Aktuelle Herausforderungen bei der SBB Instandhaltung

- Erhöhung der Verkehrsleistung auf +28% tkm bis zum Jahr 2032

- Personalausbau und Dienstleistungseinkauf zur Bewältigung der Zunahme des Bauvolumens und für die Inbetriebnahme von Grossprojekten
- Zunahme der Bautätigkeiten (Unterhalt und Ausbau)
- Beschränkte Mittel der öffentlichen Hand erhöhen den Kostendruck und erfordern Effizienzsteigerungen
- Debatte zum Thema Bauen und Unterhalt sowie über den Netzzustand, die Bahnsicherheit und die Häufung von Störungen in der Öffentlichkeit und Politik

Kernprozesse der Instandhaltung



Abb. 1: Übersicht der Kernprozesse Störungsbehebung, Unterhalt und Erneuerung aus der SBB Präsentation «Herausforderung bei der Instandhaltung der SBB Infrastruktur»²

1.3 Fragestellung und Ziel der Arbeit

Mit dieser Arbeit untersuchen wir Arbeitskontexte bei der SBB in Bezug auf Instandhaltungsarbeiten, weil wir herausfinden möchten, wo Augmented-Reality-Systeme am effektivsten zum Einsatz kommen könnten und welche Interaktionskonzepte und Usability Kriterien dabei berücksichtigt werden müssen. Unser Ziel ist es aufzuzeigen,

² Fotos: © SBB CFF FFS

welchen Mehrwert ein User-Centered-Vorgehen erzielen kann, indem dadurch Produktionsrisiken minimiert und die Akzeptanz merklich erhöht werden kann.

1.4 Abgrenzung

Diese Arbeit beinhaltet weder einen Katalog von Best Practices noch eine Bibliothek von Design Patterns. Unsere ersten Recherchen haben ergeben, dass diese zu sehr geräteabhängig sind, sodass wir schon aus Zeit- und Kostengründen unmöglich ein ganzheitliches Bild davon hätten schaffen können.

Schon früh haben wir auch einsehen müssen, dass die weitere Iteration des Designs als Prototyp mit hoher Wiedergabetreue unrealistisch ist, da dies fortgeschrittene Programmierkenntnisse erfordern würde. Wir haben uns stattdessen dazu entschlossen, unsere Zeit in die Recherche und in Visualisierungskonzepte mit geringer Wiedergabetreue zu investieren.

Unser Ansatz im vorliegenden Bericht im Rahmen einer Praxisarbeit ist eine qualitative Untersuchung. Um auch quantitative Studienergebnisse liefern zu können, hätten wir über mehr Testpersonen verfügen müssen.

1.5 Hinweise an die Leser

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Bericht auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für alle Geschlechter. Ein Glossar befindet sich im Anhang [Kapitel 14 Glossar](#) und besteht lediglich aus Begriffen, die wir im Bericht erwähnen, ohne sie ausführlich zu erklären. Begriffe, die im Glossar definiert sind, sind im Bericht beim ersten Auftreten grau hinterlegt.

2 Organisation



In diesem Kapitel begründen wir unser Vorgehen und beschreiben die einzelnen Phasen des Modells, welches wir für unsere Arbeit ausgewählt haben. Des Weiteren zeigen wir die Projektplanung mit Arbeitspaketen auf und führen aus, wie wir die Zusammenarbeit gewährleisten und auf welche methodischen Aspekte wir innerhalb der Arbeit verstärkt den Fokus gesetzt haben. Basis hierfür waren einige Kick-Off-Meetings mit Stakeholdern, die wir im Rahmen unseres Auftrags durchgeführt haben und in diesem Kapitel inklusive der Projektrisiken zusammenfassen.

2.1 Vorgehen

In seiner Ende August 2017 gehaltenen Eröffnungsrede für die Frontend Conference Zurich definierte Mike Monteiro Design als «the intentional solution to a problem within a set of constraints»³. Bei weiterem Nachdenken könnte man noch hinzufügen, dass selbst eine gut durchdachte Lösung niemandem etwas nützt, wenn sie das falsche Problem löst.

Der Fokus dieser Masterarbeit liegt auf einer neuen, revolutionären Technologie, einem digitalen Produkt für Instandhaltungsarbeiten, welches u.a. effizienteres Arbeiten, eine Konsolidierung von Hilfsmitteln und Kostensenkungen verspricht. Frühzeitig haben wir erkannt, dass eines der grössten Produktrisiken bei einem solchen Projekt darin besteht, die Problemstellung alleine vom Auftraggeber definieren zu lassen und dabei eine neue Technologie aus lauter Technikbegeisterung zu forcieren, die womöglich nicht existierende oder die falschen Probleme löst.

Das Double-Diamond-Vorgehen

Um dies zu vermeiden, haben wir uns für das vom British Design Council 2005 entwickelte *Double-Diamond-Vorgehen*⁴ entschieden. Dieser Prozess legt Wert darauf, sich die nötige Zeit zu nehmen, um Annahmen zu hinterfragen und das Problem korrekt zu definieren. Unser Projekt haben wir dementsprechend folgendermassen gegliedert: 1. Discover, 2. Define, 3. Develop und 4. Deliver (*siehe Abb. 2*), wobei wir nur etwas mehr als drei Phasen im definierten Zeitrahmen durchlaufen konnten. Die erste und dritte Phase sind elaborativ, während die zweite und vierte Phase reduktiv sind — dadurch ergibt sich die Form «Double Diamond». Betrachtet man die zwei Diamanten als Projekthälften, wird in der ersten Hälfte sichergestellt, dass das richtige Problem gelöst wird. In der zweiten Hälfte geht es darum, das konkrete Problem richtig zu lösen.

³ Mike Monteiro. [Opening Keynote: How to Fight Fascism](#). Frontend Conference Zurich, 31. August 2017. 04:52

⁴ Quelle: <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>, Stand 27.12.2017

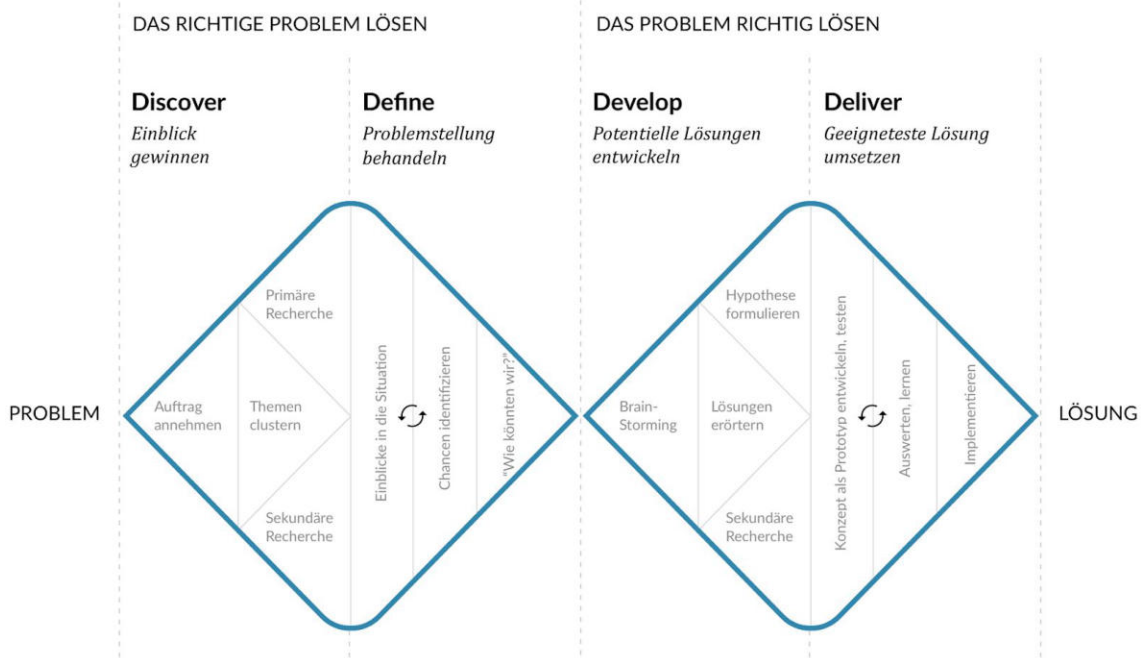


Abb. 2: Grafik basierend auf dem Double Diamond vom British Design Council, 2014 und dem Double Diamond Revamped von Dan Nessler, 2016

In der ersten Phase gewinnt man durch empirische Methoden Einblicke in einen Kontext und sammelt Informationen über Benutzer und deren Bedürfnisse. In der zweiten Phase schärft man aufgrund der neuen Erkenntnisse die Problemstellung und formuliert diese bei Bedarf um. Davon abgeleitet werden die Fragestellung und Zielsetzung. Mit dem richtigen Briefing gewappnet, generiert man in der dritten Phase Lösungsideen und prüft die besten darunter auf Usability-Kriterien anhand eines Prototypen. Testergebnisse liefern neuen Input für die iterative Weiterentwicklung der Ideen. In der vierten Phase werden Konzepte finalisiert und umgesetzt.

In seiner Einführung zum Double-Diamond betont der British Design Council, dass es sich um einen iterativen Zyklus handelt: «Ideas are developed, tested and refined a number of times, with weak ideas dropped in the process.»⁵. Das Double-Diamond-Vorgehen setzt jedoch keine spezifische Methoden innerhalb dieses Rahmens voraus. In einem 2016 für die Hyper Island Akademie geschriebenen Artikel erweiterte UX-Fachmann Dan Nessler das Double-Diamond-Prinzip⁶. Er beschreibt eine aufgearbeitete Version des Modells, worin Methoden aus dem d.school Design Thinking Process sowie IDEOs Human Centered Design Toolkit zur Anwendung kommen.

Das Double-Diamond-Vorgehen haben wir für diese Arbeit auf ähnlicher Art und Weise mit Methoden bestückt, die uns auf dem Weg voranbringen sollten. Wir haben Methoden

⁵ Quelle: <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>, Stand 27.12.2017

⁶ Quelle: <https://medium.com/digital-experience-design/how-to-apply-a-design-thinking-hcd-ux-or-any-creative-process-from-scratch-b8786efbf812>, Stand: 27.12.2017

aus unterschiedlichen Quellen herangezogen, von denen drei jedoch das Rückgrat unserer Arbeit bilden: Die Lean UX Methodik von Jeff Gothelf und Josh Seiden hat uns vor allem geholfen, die Problemstellung zu verdichten und Hypothesen zu formulieren, die wir wiederum mit Benutzern validieren konnten. Um die Informationen zum Systemkontext zu erheben, welche unseren Hypothesen zugrunde liegen, haben wir uns stark an den von Alan Cooper und Kim Goodwin entwickelten Methoden orientiert, einschliesslich Benutzer-Interviews, Modellierung von Benutzeraufgaben mit Hilfe einer User Journey Map und Neudefinition des Systems in einem zukünftigen Szenario. Schliesslich während der Develop-Phase haben wir auf Ideation-Methoden aus dem von IDEO entwickelten HCD Toolkit⁷ zurückgegriffen, wie z.B. Brainstorming, How-might-we-Fragen und Prototyping-Methoden.

Methodisch beziehen wir uns in den einzelnen Kapiteln auch auf weitere Quellen wie z.B. *Contextual Design* (Beyer & Holtzblatt, 1998), *Object Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach* (Jacobson, 1992), *The Usability Lifecycle* (Mayhew, 1999)⁸ und *Sketching User Experiences*⁹. Auf die jeweilige Methoden und die daraus entstandenen Ergebnisse gehen wir in den Kapiteln *3 Grundlagen*, *4 Das richtige Problem lösen* und *5 Das Problem richtig lösen* vertieft ein.

Work-Reengineering als zentrale Überlegung

Im Buch *The Inmates are Running the Asylum* schreibt Alan Cooper: «People who use business software might despise it, but they are paid to tolerate it [...] This makes users far more tolerant of its shortcomings because they have no choice, but it doesn't make it less expensive [...] Badly designed business software makes people dislike their jobs. Their productivity suffers, errors creep into their work».¹⁰

Um ein solches Szenario zu vermeiden, haben wir Mayhews Ansatz des Work Reengineerings als eine wichtige Überlegung in unseren Prozess einbezogen. Beim Work Reengineering geht es darum, die bestehende Organisation der Benutzer-Tasks im Hinblick darauf, was Benutzer erreichen wollen, bei der Automatisierung nicht einfach zu duplizieren, sondern neu zu überdenken. Gleichzeitig muss man darauf Acht geben, Benutzer nicht unnötig dazu zu zwingen, völlig neue Denk- und Arbeitsweisen zu entwickeln.¹¹ Es ist eine Gratwanderung. Die Technologielandschaft mag sich seit 1999 sehr verändert haben, aber der Sinn hinter Mayhews Work Reengineering ist heute genauso aktuell.

⁷ <http://www.designkit.org/>, Stand: 15.1.2018

⁸ Mayhew, D. J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle*. Morgan Kaufmann

⁹ Greenberg, S., Carpendale, S., Marquardt, N. & Buxton, B. (2012) *Sketching user experiences: The Workbook*. Amsterdam: Elsevier Science.

¹⁰ Cooper, A. (1999) *The Inmates Are Running the Asylum. Why High-Tech Products Drive Us Crazy And How to Restore the Sanity*. Kapitel 3: Wasting Money (E-Book)

¹¹ Mayhew, D. J. (1999) *The Usability Engineering Lifecycle*. Burlington: Morgan Kaufmann. S. 176

Warum nicht der ganze Usability Lifecycle?

Wir wussten zwar von Anfang an, dass eine Überarbeitung der Arbeitsabläufe in unserer Arbeit sehr wichtig ist. Trotzdem zögerten wir, uns vollständig dem Usability Engineering Lifecycle zuzuwenden. Erstens hatten wir Bedenken, ob Mayhews stark strukturierter Ansatz nicht ein zu enges Korsett wäre, da derselbe z.B. den Umfang und die Wiedergabetreue von Prototypen bestimmt und die Erstellung eines Styleguide-Dokuments als zentrales Artefakt vorschreibt. In diesem Punkt bevorzugen wir das Prinzip von Lean UX, das den Fokus des Designprozesses von den Dokumenten, die ein Team erstellt, entfernt und sich stattdessen auf die Ergebnisse konzentriert, die ein Team erzielt.¹² Zweitens verlangt der Prozess von Mayhew streng genommen eine beachtliche Zeitinvestition. Mayhew behandelt aber in ihrem Buch sehr ausführlich alternative Methoden, die ähnliche Zwecke wie ihre eigenen erfüllen. Sie empfiehlt auch, welche Abkürzungen bei Bedarf sinnvoll sind, ohne dabei das Ergebnis zu stark zu beeinträchtigen. Anstelle von Mayhews Schritt *«Reengineering Work Models»* haben wir uns für eine szenariobasierte Methode von Kim Goodwin entschieden, um Schwachstellen im aktuellen Arbeitsprozess zu identifizieren, das Arbeitsmodell wiederum neu zu konzipieren und darauf basierend ein passendes Interface Design prototypisch zu entwickeln (*siehe Abschnitt 5.2 Iteration 1: Interaktionskonzepte*). Um unser überarbeitetes Arbeitsmodell wiederum zu validieren, haben wir Usability-Evaluationsmethoden anstelle der Methode *«Validating Work Models»* verwendet — eine Abkürzung, die Mayhew selbst vorschlägt, um Zeit zu sparen.¹³

Unter diesen Voraussetzungen haben wir uns für einen Prozess entschieden, der sich mit verschiedenen Methoden bestücken lässt und trotzdem alle Merkmale eines benutzerzentrierten Designprozesses besitzt¹⁴, denn er ist:

1. ein empirischer Prozess
2. ein Prozess mit fortschreitenden Phasen von abstrakt zu konkret
3. ein iterativer Prozess mit Einbezug von Benutzern

¹² Gothelf, J., Seiden, J. (2016) Lean UX: Designing Great Products with Agile Teams. Second Edition. O'Reilly Media. Kapitel 3: Driving Vision with Outcomes (E-Book)

¹³ Mayhew, D. J. (1999) The Usability Engineering Lifecycle. Burlington: Morgan Kaufmann. S. 182

¹⁴ Hübscher, C. (2015) Skript UCD II. Kapitel 4 Grundprinzipien der Design-Phase im UCD, S. 13-16 (PDF)

2.2 Projektplanung und Zusammenarbeit

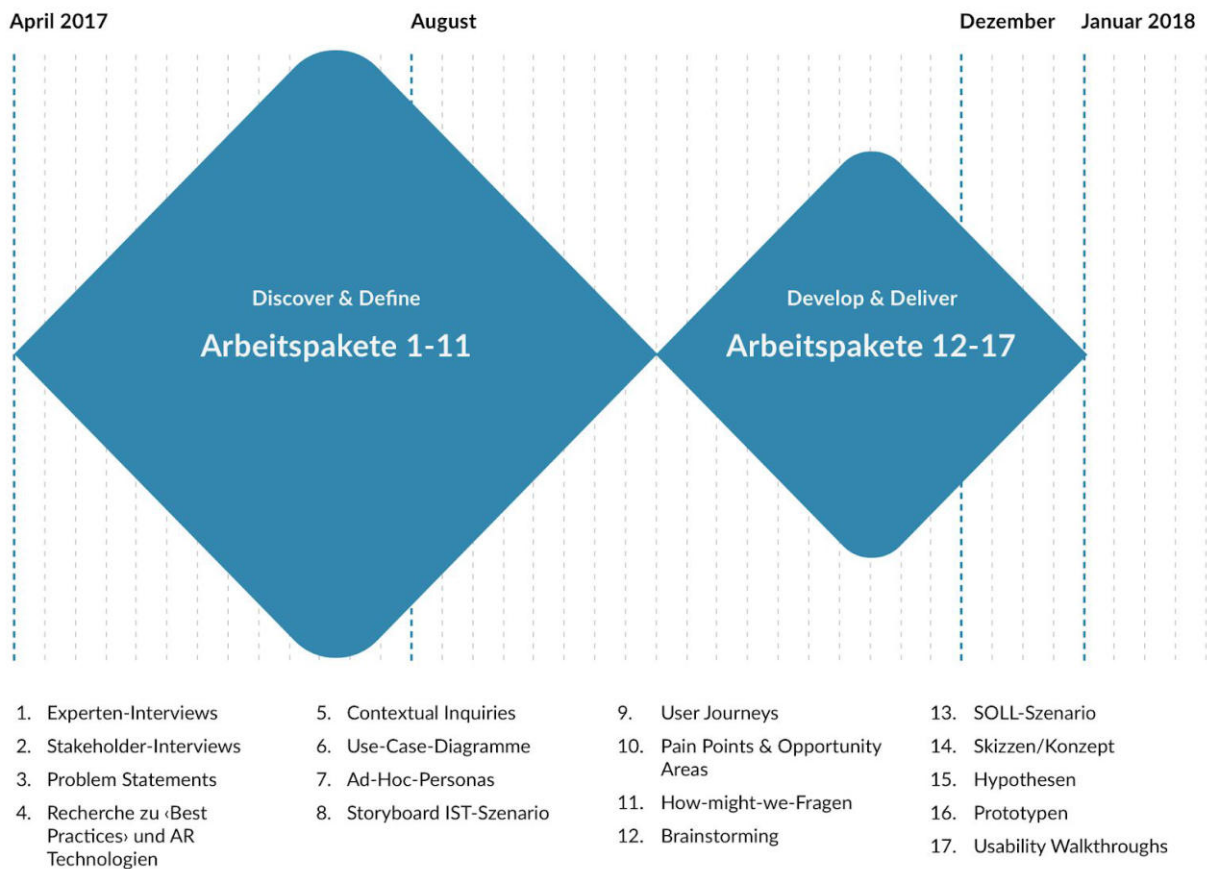


Abb. 3: Projektplanung nach Double-Diamond-Designprozess und Integration von Arbeitspaketen mit Methoden und Modellen

Im April 2017 haben wir eine grobe Projektplanung mit Projektphasen, Arbeitspaketen und Abwesenheiten zusammengestellt und diese kontinuierlich unserem Vorgehen nach dem Double-Diamond-Designprozess iterativ angepasst und detaillierter ausgearbeitet (siehe Anhang Abschnitt 1.2 Projektplanung). Um Annahmen zu hinterfragen und das Problem korrekt zu definieren haben wir zum Beispiel die Discover-Phase zeitlich ausgedehnt, im ersten Schritt vier Kontextanalysen und anschliessend eine weitere vertiefte Kontextanalyse durchgeführt, um einen Use Case mit Mehrwert für Benutzer im Rahmen der Möglichkeiten von Augmented Reality zu identifizieren. Das verlangte mehr Organisation und Zeit zur Durchführung sowie Auswertung, als ursprünglich angedacht. Des Weiteren konnten wir uns nicht in den ersten PoC zum Gotthard Basistunnel bei der SBB einklinken, weil die Zeitplanung nicht mit der Projektplanung unserer Masterarbeit korreliert hat.

Nach den Durchführungen von z.B. Interviews und Usability Walkthroughs haben wir uns regelmässig getroffen, um die Auswertungen zusammen vorzunehmen, ein gemeinsames Verständnis der Ergebnisse aufzubauen und unsere Beobachtungen zu diskutieren. Bei

den Treffen haben wir Arbeitspakete geschnürt, die wir dann jeweils selbstständig erarbeitet haben. Die Zusammenarbeit an den Dokumenten via Google Drive hat sich sehr bewährt und wir konnten die gesamten Dokumente wie Bericht, Projektplanung, Zeiterfassung, Notizen, Bild-, Video- und Audio-Dateien sowie Grafiken und Literaturquellen teilen und die Zusammenarbeit auch sehr gut gewährleisten, wenn wir einzeln am Heim-PC tätig waren.

Zusätzlich haben wir Tools wie «Slack» zur Abstimmung der Termine oder Klärung von offenen Fragen, «Skype» für Remote-Meetings und Interviews, «Sketch» zur Erstellung der Grafiken und «Photoshop» zur Bildbearbeitung eingesetzt.

2.3 Kick-Off mit Stakeholdern

Im Rahmen des Technologie Management Boards haben wir drei Kick-Off-Termine am 10. Mai sowie am 2. und 13. Juni 2017 besucht, an denen unterschiedliche Use Cases und erste Anforderungen für Augmented-Reality-Systeme bei der SBB AG besprochen wurden. Es wurde u.a. eruiert, bei welchen Use Cases Gemeinsamkeiten innerhalb der Anforderungen bestehen.

Zum Beispiel wurde von vielen Fachbereichen die Remote-Expert-Funktion als hilfreiche Unterstützung im Arbeitsprozess für unterschiedliche Benutzerrollen erachtet. Es bietet sich daher an, diese Funktion mit unterschiedlichen Benutzern in einem PoC zu testen, auch um das Kostendach niedrig zu halten. Im weiteren Verlauf sind wir auf die Stakeholder der unterschiedlichen Fachbereiche zugegangen, haben das Vorgehen und die Ziele unserer Masterarbeit aufgezeigt, Interviews mit Stakeholdern geführt und Termine für Kontextanalysen vereinbart, um einen vertieften Einblick in die heutigen Arbeitsprozesse der Mitarbeitenden zu erhalten und die Anforderungen zu schärfen.

2.4 Projekt- und Produktrisiken

Für die Entwicklung von Augmented-Reality-Systemen bei der SBB AG im Rahmen der Masterarbeit haben wir folgende Hauptrisiken identifiziert:

1. Zu Beginn der Arbeit haben wir die Problemstellung grösstenteils durch die Stakeholder definieren lassen. Ein relevantes Projekt- und Produktrisiko bestand hier vor allem darin, dass sich die Annahmen nicht mit den Bedürfnissen der Benutzer decken und der Lösungsansatz lediglich aus Unternehmenssicht formuliert wird. Diesem Risiko konnten wir im Zuge des methodischen UX-Vorgehens und insbesondere aufgrund der vertieften Discover-Phase entgegenwirken und analysieren, ob sich AR als Technologie in diesem Umfeld eignet und einen Mehrwert für Benutzer bietet.
2. Projektrisiken aus Unternehmenssicht haben wir in den Stakeholder-Interviews und den daraus resultierenden geschäftlichen Annahmen (*siehe Abschnitt 4.3 Erste Problemstellung*) identifiziert. Die grössten Produktrisiken aus Sicht der

Stakeholder sind, dass die Inventardaten ungenügend durch Zustandsdaten ergänzt und beschrieben werden können oder nicht in Echtzeit zur Verfügung stehen und dass der richtige Zeitpunkt zur Standardisierung der Systeme und für Investitionsmassnahmen verpasst wird. Diese Risiken können durch eine Bündelung von Anwendungsfällen, durch das Testen der Anforderungen und der Bedienbarkeit in PoCs mit Anwendern, durch eine Auswertung und Dokumentation der Anforderungen sowie durch die Evaluation einer Plattform mitigiert werden.

3. Die Optimierung des Interfaces auf zu spezifische Bedürfnisse der beobachteten Benutzer stellte auch ein Produktrisiko dar, da wir am Anfang davon ausgegangen waren, dass wir eine generische Lösung für unterschiedliche Fachspezialisten entwickeln werden. Die zahlreichen Kontextanalysen haben jedoch dazu geführt, dass wir uns einer spezifischen Organisationseinheit und deren Problemstellung gewidmet haben und das Risiko dadurch wesentlich minimieren konnten.
4. Ein weiteres Projektrisiko bestand in der Organisation von Tests mit echten Benutzern und der Rekrutierung von Testteilnehmern. Dieses Vorgehen wird noch nicht vollumfänglich bei der Entwicklung von SBB Applikationen durchgeführt. Aufgrund der guten Netzwerkkontakte u.a. zum Technologie Management Board und dessen Unterstützung konnten wir jedoch an diversen Kick-Off-Meetings teilnehmen, die Stakeholder vom Vorgehen überzeugen und frühzeitig die Durchführung der Tests selbstständig planen.
5. Der Scope der Arbeit stellte eine besondere Herausforderung dar, da wir einen visionären Ansatz verfolgen, der im Vorfeld nicht leicht zu definieren war. Hier haben wir uns mit unserem Coach abgestimmt und den Scope inklusive der Projektplanung im Verlauf der Arbeit entsprechend aktualisiert.

Eine Auflistung aller Projektrisiken findet sich im Anhang (*siehe Anhang Abschnitt 1.1. Risikoliste*).

3 Grundlagen



In diesem Kapitel zeigen wir auf, wie wir uns schrittweise in die Domäne Augmented Reality und deren benutzerrelevanten sowie technologischen Aspekte eingearbeitet haben. Wir geben einen Einblick in Lessons Learned aus besuchten Fachkonferenzen, Best Practices zum gegenwärtigen Stand der Technologie, Spezifikationen zu den Hard- und Software-Systemen sowie Beschreibungen zu spezifischen Interaktionskonzepten. Unseren Fokus setzen wir darauf, Themenfelder zu clustern und intensive sekundäre Recherchen durchzuführen, weil wir zu Beginn der Arbeit noch über zu wenig eigene Erfahrung auf diesem Fachgebiet verfügten. Des Weiteren geben wir einen Einblick zu den Erkenntnissen aus den Interviews mit den Experten, die wir im Zuge der Discover-Phase unseres Double-Diamond-Designprozess organisiert und durchgeführt haben.

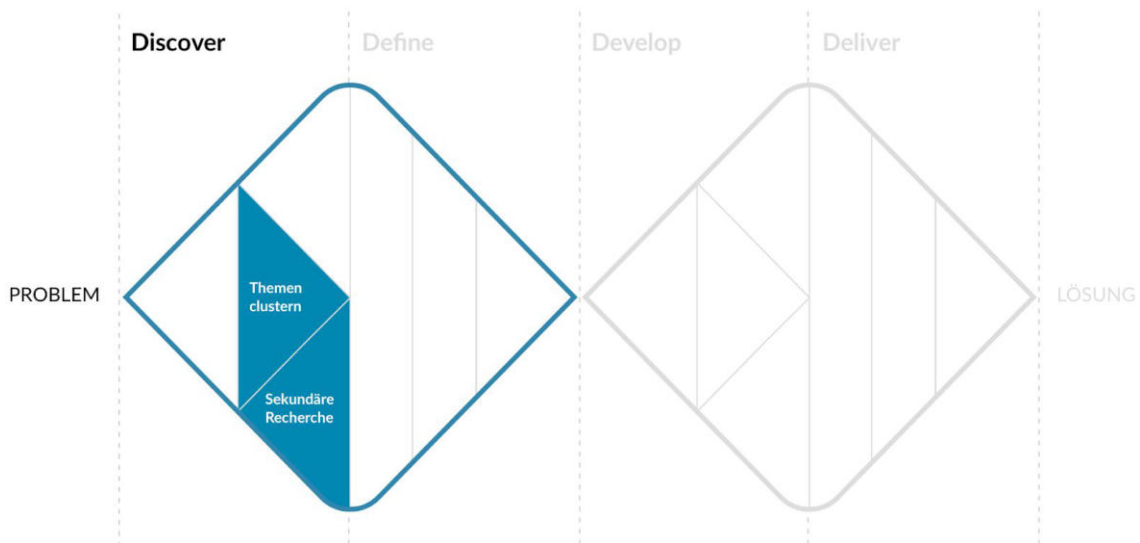


Abb. 4: Die im Kapitel 3 behandelten Aspekte des Double-Diamond

3.1 Ziele und Methoden

Unser Ziel ist es, ein vertieftes Verständnis der Domäne aufzubauen, um die Erkenntnisse daraus in der nächsten Phase wiederzuverwenden und daran anzuknüpfen. Hierfür haben wir die Schritte einer systematischen Recherche¹⁵ berücksichtigt und die benötigten Quellen, Daten und Trends identifiziert. Darüber hinaus haben wir halbstrukturierte qualitative Interviews mit sieben Experten inkl. Erlaubnis für Audio- und Fotoaufnahmen durchgeführt und einen Interview-Leitfaden im Vorfeld erstellt (*siehe Anhang Abschnitt 3.1. Interview Leitfaden*).

3.2 Einführung in die Thematik

Immersive Technologien wie Augmented (AR) und Virtual Reality (VR) werden unter dem Begriff Mixed Reality (MR) oder aktuell auch Extended Reality (XR) zusammengefasst, um das gesamte Spektrum von der komplett realen bis zur virtuellen Welt beschreiben zu

¹⁵ Verhein-Jarren, A. (2016): Masterarbeit schreiben. Teil 1 – Fokus Schreibprozess Recherche und Schreibkonzeption. HSR Hochschule für Technik Rapperswil, PDF S. 13

können, welches Paul Milgram und Fumio Kishino im Konzept Reality-Virtuality-Continuum bereits 1994 genau definiert haben (*siehe Abschnitt 3.4 Experten-Interviews*).

Der Grad der Immersion erhöht sich kontinuierlich von der Augmented Reality (AR) bis zur Augmented Virtuality (AV) und wird schliesslich zur totalen Immersion beim Virtual Environment (VE). Bei AR-Systemen wird die Realität durch zusätzliche virtuelle Elemente bereichert und der Fokus der Anwender wird durch ein immersives Erlebnis beeinflusst; das heisst, der Anwender mit AR-Device nimmt die reale Welt mit seinen Sinnesorganen nicht mit gleicher Intensität wahr wie der Anwender ohne AR-Device.

«[...] Der User taucht in eine computergenerierte scheinbare Welt ein, in der er sich bewegen und mit ihr interagieren kann. Es wird also eine Welt erschaffen, die real scheint, aber nicht real ist. Für das Eintauchen in eine solche Scheinwelt wird häufig das Adjektiv «immersiv» verwendet. Es beschreibt den Effekt, den virtuelle oder fiktionale Welten auf einen Betrachter haben. Die Wahrnehmung in der realen Welt vermindert sich und der Betrachter identifiziert sich zunehmend mit der fiktiven Welt.»¹⁶

Im Mai 2017 haben wir eine erste Einführung zur Bedienung der Microsoft HoloLens vom Software-Entwickler Dominik Schmucki bei der SBB am Standort Bern im Bollwerk erhalten, der uns einen Überblick zum Aufbau des Systems und technologischen Hintergrund sowie zu bereits installierten Apps des Head-Mounted-Displays verschafft hat. Wir konnten bereits im Selbstversuch die Remote-Expert-Funktion anhand einer Videoübertragung und Markierungen im Kontext testen. Hierfür benötigten wir ein Laptop, auf dem Windows 10 installiert ist und die HoloLens mit Skype-Funktion. So haben wir uns in einer frühen Phase bereits einen ersten Eindruck zum Tragekomfort des Geräts und Bedienbarkeit per Gesten-, Sprach- und Blicksteuerung verschaffen können. Unsere Erkenntnisse aus der Einführung sind in die Annahmen zur Entwicklung einer neuen Lösung geflossen (*siehe Abschnitt 5.3 Iteration 2: Ergonomie*).

Smart Assistance im Unternehmenseinsatz

Assistierende Technologien zur Unterstützung menschlicher Fähigkeiten finden zunehmend Verbreitung und bieten Innovationspotenzial in Unternehmen. Augmented Reality erhielt spätestens seit dem Mobile Game «Pokémon Go» einen grossen Bekanntheitsgrad und wurde mit den technischen Möglichkeiten in Soft- und Hardware interessant für den Unternehmenseinsatz, um Anwendungen mit erweiterter Realität auch in Arbeitsprozessen für den industriellen Kontext zu nutzen.

«Noch vor wenigen Jahren erforderte die Entwicklung von MR-Lösungen viel Spezialwissen. Heutzutage wird kaum eine MR-Anwendung von Grund auf neu entwickelt – der Aufwand wäre unbezahlbar. In der Regel wird eine Game-Engine wie Unity3D oder Unreal eingesetzt. Diese bieten zusätzlich umfangreiche, angebundene Ökosysteme: von

¹⁶ Schart, D., Tschanz, N. (2018). Augmented und Mixed Reality. Konstanz, München: UVK. S. 20

Asset-Stores zum Bezug von 3D-Modellen, Texturen und Physics-Engines bis hin zur Integration von Spezial-SDKs.»¹⁷

An der VDI Fachkonferenz «Augmented und Virtual Reality als Smart-Assistance» am 06. und 07. September 2017 in München haben wir vertiefte Einblicke zum Thema AR und VR im Unternehmenseinsatz erhalten. Es waren Referenten von renommierten Unternehmen wie AUDI, BMW, DB Systel, LINDIG Fördertechnik (Linde Group), MAN u.a. und von Beratungsdienstleistern wie KPMG und Fraunhofer IGCV sowie Anbieter geladen, die ihre aktuellen Produkte und Technologien vorgestellt haben. Alle Unternehmen beschäftigten sich mit der Frage, wie die Technologie konkret eingesetzt werden kann. Es geht darum, wie Echtzeitdaten in AR-Anwendungen nutzbar gemacht werden und die Lageposition von Objekten z.B. über geografische Positionsinformationen mithilfe von GPS, WLAN, iBeacons, Gyroskopen und Kippsensoren bestimmt werden oder wie optische Erkennung über Marker, Bilderkennung bis Simultane Lokalisierung und Kartenerstellung (SLAM) realisiert werden kann. Auch die Fragestellung, welche Anwendungsfälle im industriellen Kontext relevant sind, wie entsprechende Lösungen implementiert werden und vor allem wie die Akzeptanz der Benutzer sichergestellt wird, tauchten in den Präsentationen auf. Einige Unternehmen führen aktuell Feldstudien durch und testen unterschiedliche Devices wie Head-Mounted-Displays, Smart Glasses und Tablets mit den Mitarbeitenden.

Anwendungsfälle und Lessons Learned

Bei der LINDIG Fördertechnik – Dienstleister für Gabelstapler, Lagertechnik und Arbeitsbühnen – wurde z.B. eine Smart-Assistance-Lösung mit Remote-Expert-Funktion getestet, um durch besseren Knowhow-Transfer die Reaktionszeiten bei Störungen zu minimieren und die Kosten beim Einsatz des Technikers innerhalb der Wartezeiten zu verringern. Hierbei wurde eine Lösung für einen Service-Techniker im Aussendienst und einen Helpdesk-Experten im Innendienst entwickelt, die via Smartphone und Smart Glasses im Feld und via Laptop mit Remote Access am Arbeitsplatz im Büro getestet wurde. Für die Durchführung wurden Smart Glasses wie «Epson Moverio BT-300» und «Vuzix MT 100» für den Einsatz im Bereich Augmented Reality ausgewählt. Zu den Erwartungen der LINDIG Fördertechnik an Smart Glasses wurden z.B. gute Audio/Videoqualität, minimale Rüstzeit, einfache Bedienung, robuste Hardware und eine Akkulaufzeit von mind. 90 Minuten genannt.

Auch wurden Personas bei LINDIG Fördertechnik erstellt und die Bedürfnisse der Anwender flossen in die Anforderungen an die Systeme ein. Des Weiteren wurde eine detaillierte Anforderungsliste zu Hard- und Software, Sicherheit, Ergonomie und kontextspezifischen Kriterien erstellt. Die Auswertung der Testergebnisse ergab u.a., dass der Zugriff auf die Diagnosesoftware für Experten einfach und intuitiv nutzbar sein muss, Bild- und Videoinformationen ein wichtiger Kanal sind, um Expertenwissen zu transferieren und dass der bidirektionale Austausch mit «Fingerzeig» vom Experten im Kontext des Technikers erforderlich ist.

¹⁷ Adelman, R. (2017). Die Zeit ist reif für AR – Augmented Reality und Mixed Reality im Überblick. Zürich: Verlag Neue Mediengesellschaft, Computerworld. S. 28

Die getesteten Smart Glasses waren von ihrer Entwicklungsstufe her jedoch noch nicht ausgereift. Smartphones stellen heute eine gute, effiziente Übergangslösung dar, obwohl sie nicht zum Hands-Free-Arbeiten tauglich sind. So lautete das zusammenfassende Urteil bei der LINDIG Fördertechnik. Die Prognose lautet, dass, sobald Smart Glasses die Anforderungen erfüllen, die Technologie in circa 2 1/4 Jahren einsatzbereit sei. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch eine Studie bei Audi, die «Google Glasses» innerhalb der Fertigungstechnik getestet hat, um die Frage zu beantworten, ob es Unterschiede zwischen Datenbrille und Computer-Display bzgl. der abhängigen Variablen (u.a. Effizienz, Effektivität, Benutzerzufriedenheit) gibt. Auch Vorteile im Hinblick auf eine mögliche Reduktion der Montagezeit, die Vermeidung von Montagefehlern sowie die Mitarbeiterzufriedenheit wurden untersucht. Die Akzeptanz der Benutzer für diese Technologie wurde noch nicht vollumfänglich erreicht, weil sich die Tester im Arbeitsprozess beim Tragen der Brille noch ungenügend unterstützt fühlten.

Die Datenbrille verursachte u.a. Kopf- und Augenschmerzen, war unkomfortabel am Kopf zu tragen, die Tester litten teilweise an Übelkeit während der Nutzung der Brille, es war schwierig, Daten über die Brille einzugeben, Wörter und Symbole waren auf dem Bildschirm schwer lesbar und das Display antwortete nicht schnell genug (Latenzzeit).

Erfolgsrezepte für Unternehmen

Anders sah es bei einer VR-Trainingsanwendung zur Bedienung des Hublifts im ICE 4 vom DB Systel-internen Start-Up EVE aus. Hier wurde darauf Wert gelegt, dass die Bedienung über die Controller der Virtual-Reality-Brille radikal vereinfacht wurde, um eine gute Usability und Akzeptanz zu gewährleisten. Die Mitarbeiter des Bordservice wurden in die iterative Entwicklung der Anwendung einbezogen, um Optimierungspotenzial zu evaluieren und Stolpersteine innerhalb der Bedienung ausfindig zu machen.

«Wir haben die Anwendung Nutzern gezeigt und was passiert ist, war fast absehbar – die Anwender mussten sich viel zu sehr mit der Technik auseinandersetzen. Wenn man eine Lernanwendung einsetzen möchte, ist es nicht sehr förderlich, wenn sich die Nutzer zuerst mit der Technik auseinandersetzen müssen. Daraufhin haben wir das Bedienkonzept radikal vereinfacht und nutzen nur noch einen einzigen Button auf dem Controller.»¹⁸

Weitere Recherchen zu AR-Technologien und die Erfahrung von Experten in der Branche haben wir in den nachfolgenden Kapiteln zusammengetragen.

3.3 AR-Technologien im Überblick

Bereits 1965 prophezeite Ivan Sutherland das «ultimate» Display, ein «kinästhetisches» Erlebnis, bei dem ein Computer in der Lage sei, visuelle, auditive und haptische

¹⁸ Respondek, M. (2017): VDI Fachkonferenz «Augmented und Virtual Reality als Smart-Assistance». München: transkribiert von Tonaufnahme

Rückkopplungen zu erzeugen. Das System würde sich merken, worauf der Benutzer seinen Fokus richtet. Die Position und Orientierung des Benutzers im Raum sowie gestenbasierten Input würde das System ohne Mühe erkennen.¹⁹ Gut fünfzig Jahre später nimmt Sutherlands Vision langsam Form an: Funktionsfähige Augmented-Reality-Systeme sind seit 2018 keine technologische Fiktion mehr, sondern umsetzbare Realität geworden.

Ein grundlegendes Verständnis dieser aufkommenden Technologie ist unerlässlich, nicht zuletzt weil das Erlebnis eines Augmented-Reality-Systems sehr durch die Reife (bzw. Unreife) der Technologie bedingt ist. Was ist überhaupt schon möglich? Welche Entwicklungen haben in letzter Zeit dazu beigetragen, dass Augmented-Reality-Systeme nun keine Zukunftsvision mehr sind? Um diesen Fragen auf den Grund zu gehen, haben wir einen Überblick der AR-Technologien erstellt (*siehe Anhang Kapitel 2 AR-Technologien*).

Während die Umgebung durch eine Datenbrille «erweitert» wird, werden dadurch grundlegende Fähigkeiten des menschlichen Sehsystems zur Zeit noch beeinträchtigt, beispielsweise das Sichtfeld und die periphere Wahrnehmung. Aus diesem Grund entspricht die Erfahrung bei der Erstanwendung von AR-Brillen häufig nicht den Erwartungen.²⁰

Best Practices für AR-Systeme

Google und Apple haben beide im Herbst 2017 ihre bestehenden Richtlinien um Best Practices für Augmented Reality erweitert. Googles Best practices for mobile AR design²¹ und Apples Human Interface Guidelines: Augmented Reality²² erläutern die Grundlagen der Gestaltung von AR-Systemen für ihre jeweiligen Betriebssysteme. Apple hat ein AR-Framework namens ARKit²³ für Entwickler veröffentlicht, welches Ressourcen zur Programmierung von AR-Anwendungen zur Verfügung stellt. Google reagiert mit ARCore, einer Weiterverfolgung der eingestellten Tango Plattform.²⁴

Auch die Hersteller von marktreifen AR-Brillen, beispielsweise ODG²⁵ und Microsoft²⁶, haben Ressourcen einschliesslich Richtlinien für das Interface-Design bereitgestellt. Diese

¹⁹ Sutherland, I. (1965): The Ultimate Display, <http://worrydream.com/refs/Sutherland%20-%20The%20Ultimate%20Display.pdf>, Stand: 6.1.2018

²⁰ Vgl. Livingston, M. A., Gabbard, J. L., Swann II, J. E., Sibley, C. M. und Barrow, J. H. (2013). Human Factors in Augmented Reality Environments. New York, Heidelberg, Dordrecht, London: Springer. Chapter 3: Basic Perception in Head-Worn Augmented Reality Displays.

²¹ <https://www.blog.google/products/google-vr/best-practices-mobile-ar-design>, Stand: 6.1.2018

²² <https://developer.apple.com/ios/human-interface-guidelines/technologies/augmented-reality>, Stand: 6.1.2018

²³ <https://developer.apple.com/arkit/>, Stand 6.1.2018

²⁴ <https://developers.google.com/ar/>, Stand 6.1.2018

²⁵ <https://developer.osterhoutgroup.com/hc/en-us/articles/210007506-Best-Practices-UI-Design->, Stand: 6.1.2018

²⁶ https://developer.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/category/interaction_design, Stand: 6.1.2018

betonen unterschiedliche Aspekte der Benutzerinteraktion, abhängig vor allem von der Art der vorgesehenen Benutzereingabe.

3.4 Experten-Interviews

Sieben Interviews mit Experten im Bereich Augmented Reality, die jeweils circa eine Stunde dauerten, haben wir innerhalb der Discover-Phase des Double-Diamond-Designprozess durchgeführt. Wir haben hierzu die Arten der qualitativen Research-Techniken bzgl. Interviews mit Fachleuten von Alan Cooper et al. aus *«About Face»* berücksichtigt, wo es u.a. heisst: «Wenn Sie ein Design für einen technischen Fachbereich [...] entwickeln, brauchen Sie wahrscheinlich Unterstützung von Fachleuten, falls Sie nicht selbst einer sind. Fragen Sie Fachleute nach Informationen über die besten Verfahren und komplexen Vorschriften in einer Branche.»²⁷

Mit den Interviews wollten wir uns einen Überblick über AR-Technologien verschaffen und erfahren, in welchen Industrien und Märkten AR an Relevanz gewinnt. Insbesondere waren wir daran interessiert, von den Erfahrungen unserer Experten in Bezug auf geeignete Anwendungsbeispiele, die möglichen Vorteile für Benutzer und das Thema Akzeptanz zu lernen. Zudem haben wir uns ein Bild machen wollen, wie wir uns als UX-Designer in der Gestaltung von einem solchen System einklinken können und welche Prototyping-Methoden am sinnvollsten zum Einsatz kommen könnten (*Leitfaden und Findings zu den Interviews siehe Anhang Kapitel 3 Experteninterviews*).

Mittels eines Affinity-Diagramms haben wir die erhobenen Findings als Themen clustern können. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse stellen eine Momentaufnahme der Evolution von Augmented Reality dar. Unsere Schlussfolgerungen zu den wesentlichsten Themen haben wir im Folgenden erläutert.

²⁷ Cooper A., Reimann R., Cronin D. (2010). *About Face – Interface und Interaction Design*. Frechen: mitp. S. 81

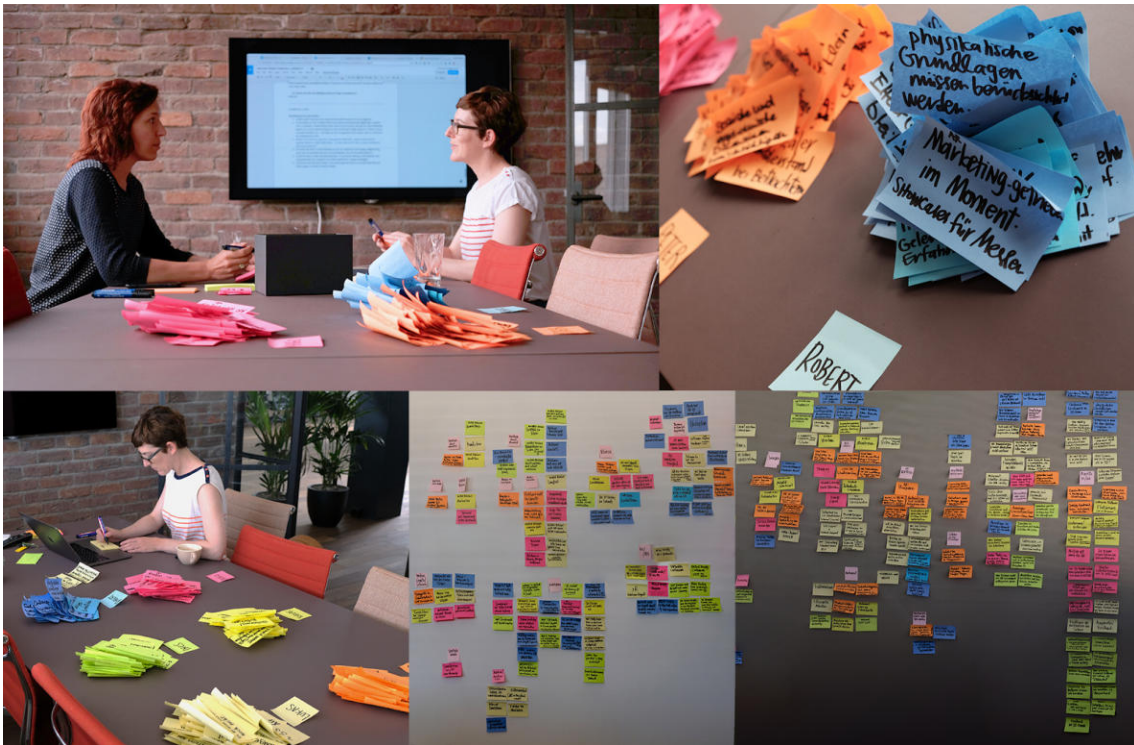


Abb. 5: Das Affinity Diagramm in der Entstehung

Erfahrung der Experten

Sechs von sieben Befragten haben 10 Jahre oder weniger berufliche Erfahrung im Bereich AR, unabhängig vom Alter. Drei unserer Interviewpartner haben ihr erstes AR-Projekt innerhalb der letzten zwei Jahre abgeschlossen. Dies zeigt, dass Augmented Reality immer noch eine sehr junge Disziplin ist. Interessant war auch, dass die meisten unserer Experten heute Anwendungen im industriellen Bereich entwickeln. Lukas von Niederhäuser arbeitet beispielsweise an Aufträgen vor allem im Bereich VR: «Bei diesen geht es überwiegend um Industrie- und Produktdesign, wie z.B. Präsentationen für Wettbewerbe, 3D-Design-Visualisierungen oder Entwicklung von Fahrzeugen wie Züge.»²⁸ Alle der befragten Experten haben bereits Erfahrung gesammelt mit AR-Brillen, auch wenn zwei von sieben noch hauptsächlich für mobile Geräte entwickeln.

²⁸ Experten-Interview mit Lukas von Niederhäusern, Quelle im Anhang



Abb. 6: Erfahrung der Experten

Synergie der Technologien

«Wenn mal die Technologie da ist, dann kommen auch die Use Cases [...] Es ist wie immer bei einer neuen Geschichte. Auch wo das erste iPhone da war, hatte es noch keinen App Store. Was konnte ich damit machen? «Oh cool, ich kann meine E-Mails grösser anschauen.» Und was man dann wirklich alles damit machen kann, das kommt erst [...] wenn auch das ganze Ökosystem gereift ist.»²⁹ Dies sagt Dr. Robert Adelman in Bezug auf die Bereitschaft für Augmented Reality. Momentan sind sich gegenseitig befördernde Fortschritte in den Bereichen Computer Vision, Machine Learning, Spracherkennung und dem Internet of Things zu beobachten, welche zur Folge haben, dass AR effektiver eingesetzt werden kann. Optische Hardware und Hardware zur räumlichen Zuordnung werden immer besser. Unity als Entwicklungsumgebung hat sich bewährt, und es gibt etliche open-source AR Software Entwicklungs-Toolkits. Facebook, Google und Apple rücken inzwischen mit eigenen AR-Plattformen bzw. Toolkits nach und tragen somit auch zum AR-Ökosystem bei. Gleichzeitig steigt die öffentliche Aufmerksamkeit dank Applikationen wie Pokémon Go.

Augmented oder Mixed Reality?

Entgegen dem von Microsoft vermittelten Eindruck ist der Begriff Mixed Reality kein Marketing Spruch. Er stammt aus dem Reality-Virtuality Continuum von Paul Milgram, das sich von einem absolut realen Umfeld bis zu einem vollständig virtuellen Umfeld erstreckt.

²⁹ Experten-Interview mit Dr. Robert Adelman, Zitat aus Transkript im Anhang

Mixed Reality (Deutsch: gemischte Realität) deckt darauf die Bandbreite zwischen erweiterter Realität und erweiterter Virtualität ab. Im Allgemeinen haben unsere Experten Mixed Reality mit Mapping in Verbindung gebracht. Mixed Reality beschreibt ein Umfeld, in dem virtuelle Objekte in der realen Welt realistisch verankert sind und auf den Benutzer reagieren.



Abb. 7: Das Reality-Virtuality Continuum von Paul Milgram und Fumio Kishino, 1994

Ein völlig nahtloses Erlebnis ist zwar noch nicht möglich, aber Hugo Schotman, UX-Architekt bei Netcetera, erzählte von einem simulierten Abenteuer, bei dem ein umfassendes Body-Mapping mit Headset und Full-Bodysuit die Grenze zwischen dem Realen und dem Virtuellen sich verflüssigen liess: «Alle Sinneseindrücke wurden simuliert: Sicht, Klang, Haptik mit Temperatur, Druck, Vibration und sogar Geruch.» Man erkenne zwar, dass das Erlebnis simuliert ist, «aber das Gehirn erlaubt immerhin nicht, dass du von einer Klippe springst. Die Höhe wirkt verblüffend echt. Die Wände des Abenteuer-Raums sind in die virtuelle Realität integriert. Wenn du sie anfasst, fühlen sie sich «echt» an, auch wenn sie komplett anders in der VR Brille aussehen.»³⁰

Faktor Akzeptanz

Eines der zentralen Ziele dieses Projekts ist, unseren Stakeholdern den Mehrwert und die Wirksamkeit eines benutzerzentrierten Designprozesses aufzuzeigen. Aus unserer Sicht werden Mitarbeiter allgemein eher zu selten in die internen Designprozesse einbezogen. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass ihnen eine Technologie aufgezwungen wird, mit der sie sich nicht anfreunden können. Aus diesem Grund wollten wir von Experten erfahren, welche Aspekte aus ihrer Sicht in Bezug auf Akzeptanz berücksichtigt werden müssten.

Dr. Lukas Zimmerli hat diesbezüglich schon einiges an Erfahrung in seiner ehemaligen Rolle bei der Swisscom als Team Lead Mobile Apps and Augmented Reality sammeln können. «Es kommt extrem auf die Kommunikation drauf an, wie man diese Brille einsetzt, wie man die Leute langsam hinführt [...] dann wird es [die AR-Anwendung] langfristig eher eine Akzeptanz finden.»³¹

Im Laufe unserer Interviews haben wir von unseren Experten erfahren, welcher Art die Ängste der Benutzer in Bezug auf Augmented Reality sind und mit welchen Massnahmen

³⁰ Experten-Interview mit Hugo Schotman, Zitat aus Transkript im Anhang

³¹ Experten-Interview mit Dr. Lukas Zimmerli, Quelle im Anhang

wir gegensteuern können. Klar ist geworden, dass unsere Rolle als UX-Designer in solchen Projekten mit sozialem Feingefühl gespielt werden muss.

Auf die Frage, welche Rolle Automatisierung spielt, antwortete Robert Adelman: «Alles was automatisierbar ist, wird automatisiert werden. Durch Fortschritte im Bereich Machine Learning haben wir immer mehr Möglichkeiten, Menschen nicht nur im Hinblick auf mechanische Arbeit, sondern zunehmend auch bei intellektuellen Routinearbeiten abzulösen.»³² Es liegt nahe, dass sich Mitarbeiter bedroht fühlen könnten, durch Maschinen ersetzt zu werden. Sie befürchten, ihr Spezialwissen werde nicht mehr wertgeschätzt.

Zudem scheuen die nicht technikaffinen Mitarbeiter die Konfrontation mit neuen Technologien, unabhängig vom Alter. Um dem entgegenzuwirken empfiehlt Lukas Zimmerli die Förderung von sogenannten «Heroes», womit technikaffine Mitarbeiter, die Kollegen mit ihrer Begeisterung anstecken können und sie an die neue Technologie heranführen, gemeint sind.

Ines Lindner hat bei der Entwicklung einer AR-Anwendung positive Erfahrungen mit Benutzern gemacht. Im Team haben sie überlegt, welche einzelnen Schritte im Arbeitsprozess durch Technologie verbessert werden könnten. Dabei haben sie eine häufig ausgeführte Tätigkeit im Workflow, welche sie bei den Kontextanalysen beobachtet haben, in den Prototypen einfließen lassen. Die Probanden waren positiv überrascht und «haben sich gewundert», dass das Team daran gedacht hat.³³

User-Interface-Aspekte

Mit Blick auf die eigene Konzeption haben wir gefragt, welche Dimensionen wir neu bei der Gestaltung von User Interfaces für Augmented-Reality-Systeme in Betracht ziehen sollen. Unsere Experten haben uns einige Fragestellungen schildern können, auf die wir bei der Entwicklung unserer Interaktionskonzepte zurückgegriffen haben.

1. Wie unterscheidet man deutlich zwischen dem Arbeitsraum und dem Interface?
2. Was ändert sich im Interface, je nachdem, wie sich der Benutzer im Raum bewegt?
3. Welche Interface-Elemente folgen dem Benutzer, und welche bleiben bei einem virtuellen Objekt?
4. Wie macht man auf mögliche Sprachbefehle oder Interessenspunkte mit minimalistischen Mitteln aufmerksam, ohne dabei vom realen Kontext zu stark abzulenken?
5. Wie wird Fehlertoleranz gewährleistet? Einfache Sprachkommandos (<ja>, <nein>, <okay>) sind zwar wünschenswert, können aber leicht vom System falsch als Input interpretiert werden, wenn der Benutzer sich mit jemandem nebenan unterhält.
6. Welche Metaphern aus der realen Welt könnte man verwenden, um Affordances deutlich zu machen?

³² Experten-Interview mit Dr. Robert Adelman, Zitat aus Transkript im Anhang

³³ Experten-Interview mit Ines Lindner, Zitat aus Transkript im Anhang

7. Welche Patterns aus der Gaming-Welt könnten nützlich sein, um Affordances deutlich zu machen?
8. Wie kann man Ton für die Orientierung der Benutzer einsetzen?
9. Welche Metaphern aus der Realität könnte man zur Benutzerführung verwenden?

Hardware-Ergonomie

Neben den Erkenntnissen zum Interface haben wir auch einiges über die Ergonomie von AR-Brillen erfahren. In den Develop- und Deliver-Phasen des Projekts werden wir später Gelegenheit dazu haben, diese Aussagen in unsere Hypothesen einzubeziehen und selber zu testen. Der aktuelle Stand der Technologie lässt laut unseren Experten immer noch zu wünschen übrig, auch wenn in letzter Zeit grosse Fortschritte gemacht wurden. Head-Mounted-Displays sind z.B. weiterhin eingeschränkt, was die visuelle Wahrnehmung und den Tragekomfort angehen.

Dr. Peter Lenhart hat in seiner Rolle als Dozent und Leiter der Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systeme am Zentrum für Aviatik an der ZHAW schon jahrzehntelang Erfahrungen mit Head-Mounted-Displays gesammelt. Er hat uns auf einige Aspekte bezüglich Optik wie zum Beispiel die Sehschärfe aufmerksam machen können. Weil Piloten sich auf Objekte in einer Entfernung von 10 Metern fokussieren müssen, benötigen sie ein Display mit einer sogenannten kollimierten Projektion. Perfekt kollimiertes Licht ist auf unendlich fokussiert. In Bezug auf AR beschreibt Kollimation die Fähigkeit eines Systems, sich überlagernde Objekte in grösseren Entfernungen scharf darzustellen. Ein System mit Head-Up-Display (HUD) ist ein Beispiel für ein kollimiertes System. Objekte in einem Head-Mounted-Display können dagegen nur aus einer Entfernung zwischen 1.5 und 2.5 Meter scharfgestellt werden. Aus diesem Grund ermüden die Augen des Benutzers nach einer gewissen Zeit, wenn ein Head-Mounted-Display im Einsatz ist.

Es gibt zwar Geräte, die an die Kopfform eines Benutzers oder an seine Pupillendistanz angepasst werden können, doch sind diese fast unerschwinglich teuer. Das bedeutet, dass die meisten Benutzer sich zur Zeit mit einer Einheitslösung zufriedengeben müssen. Wie lange Benutzer dazu in der Lage sind, ein solches Gerät zu tragen, variiert deshalb stark. Gemäss Expertenerfahrung beträgt eine angemessene Tragedauer im Durchschnitt maximal etwa eine halbe bis eine dreiviertel Stunde.

Anwendungsbeispiele

Zwei der sieben Experten haben bislang nur smartphone- oder tablet-basierte AR-Applikationen für Endverbraucher entwickelt, es sehen aber alle zunehmend Anwendungsfälle für Augmented Reality in industriellen bzw. fachlichen Kontexten. Weil uns vor allem der fachliche Kontext interessiert hat, haben wir uns auf die Beispiele von geeigneten Use Cases aus diesem Themenfeld konzentriert.

Wie uns Lukas Zimmerli erklärt hat, geht es im Grunde genommen darum, Unsichtbares oder Unbekanntes ins Bewusstsein zu rücken: «Am Schluss geht's immer darum, wie ich

das Wissen am schnellsten finde, welches mir ermöglicht, meine Arbeit effizient zu erledigen.»³⁴ In diesem Sinne haben wir eine Liste der von den Experten beschriebenen Use Cases zusammengetragen. Diese haben wir nachher bei der Prüfung von vier verschiedenen Kontexten bei der SBB auf AR-geeignete Use Cases genutzt.

- Situation Awareness gewährleisten (Luftverkehr, Automobilindustrie, Militär)
- Schemas oder Metadaten in situ einblenden (Telekom)
- Verborgene Strukturen visualisieren (Medizin)
- Fachliche Experten remote kontaktieren und in den Kontext einbinden (Telekom)
- Wartungsarbeiten mit unzureichenden technischen Kenntnissen schrittweise durchführen (Transportfahrzeuge)
- Monitoring (Maschinenbau)
- Sicherheitsschulungen

Nutzerbedürfnisse und AR

Gemäss Expertenerfahrung profitieren Benutzer von einem Augmented Reality System, wenn sie folgende Bedürfnisse haben:

- Benutzer möchten parallel mit den Händen arbeiten (bedingt AR-Brille)
- Sie möchten unsichtbare Daten im Kontext einblenden lassen
- Sie möchten Medienbrüche vermeiden oder vermindern
- Sie möchten sich Wissen schnell aneignen können
- Sie möchten Fehler aufgrund von fehlendem Wissen vermeiden
- Sie möchten die eigene Polyvalenz durch den Austausch mit Kollegen aus anderen Fachbereichen erhöhen

Begeistert von den Vorteilen zeigt sich Peter Lenhart: «Mit disruptiven Technologien wie Augmented Reality kann man nicht nur die Sicherheit, sondern auch die Produktivität steigern, weil der grosse Vorteil ist ja, man kann die Dinge dort projizieren wo sie sind, man vermeidet Blickbewegungen [heute auf Tablet oder Papier], wie z.B. bei Anwendungen bei der Wartung, man bekommt eine Blaupause seines Systems in Augmented Reality gezeigt oder einen Pfeil angezeigt, welche Schraube er [der Benutzer] als nächstes lösen muss.»³⁵ Es gibt aber auch Bedürfnisse, die zur Zeit noch nicht mit einer AR-Brille abgedeckt werden können:

- Benutzer möchten Tätigkeiten im Freien bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen durchführen
- Sie möchten über einen längeren Zeitraum damit arbeiten
- Sie möchten eine kostengünstige Lösung

³⁴ Experten-Interview mit Dr. Lukas Zimmerli, Quelle im Anhang

³⁵ Experten-Interview mit Dr. Peter Lenhart, Zitat aus Transkript im Anhang

User Centered Augmented Reality

Wir legen den Fokus bei diesem Thema auf Prototyping, Evaluation und Iteration. Nur wenige von den befragten Experten haben schon eigentliche Benutzertests mit ihren Applikationen durchgeführt, auch wenn der Designprozess iterativ gewesen ist. Unsere Experten hatten in Bezug auf AR-Brillen noch überwiegend Erfahrung mit Proof-of-Concept-Projekten, die eher als Showcase bzw. zum Zweck der Zertifizierung gedacht waren. Als Showcase für die SPS Messe hat z.B. Tobias Walter, Software Engineer bei Ergosign, eine App für einen Maintenance Case entwickelt, der weder formal getestet, noch fertig implementiert wurde. Auf die Frage, welchen Herausforderungen er dabei in Bezug auf Prototyping begegnet ist, antwortete er: «Ich habe Probleme gehabt, Tools zu finden, mit denen ich gut mit den Designern interagieren kann beim Prototyping [...] Deswegen bin ich [...] damals so vorgegangen, dass ich kurz und halt in Unity selbst einen Prototypen gebaut habe, weil es sehr schnell geht, einfache Sachen zu bauen [...]. Wir haben uns das dieses Jahr als Ziel gesetzt, einen Workflow zu finden, der Design und Entwicklung besser miteinander verbindet.»



Abb. 8: im Uhrzeigersinn v.l.n.r.: Interviewpartner Hugo Schotman, Dr. Robert Adelman, Dr. Peter Lenhart, Tobias Walter, Lukas von Niederhäusern, Ines Lindner und Dr. Lukas Zimmerli

Ines Lindner hat in ihrer Rolle als Lead UX Consultant bei Zühlke Erfahrungen mit Prototyping für AR-Systeme sowohl mit niedriger als auch mit hoher Wiedergabetreue sammeln können. Im Rahmen des Microsoft Mixed Reality Partnerprogramms, einem Bereitschaftstrainingsprogramm für die HoloLens, haben sie und zwei Kollegen mit einem

Benutzer zusammen eine Anwendung für die Wartung von Gabelstaplern entwickelt. Dabei haben sie interessante Prototyping-Methoden gewählt, um Grundideen zu testen, bevor es in die Entwicklung übergang. Zunächst haben Lindner und ihr Team einfache Wireframes mit «Tilt-Brush» erzeugt, um die Aufgaben im Raum durchzuspielen. «Tilt Brush» ist eine Grafikapplikation von Google, womit man in Virtual Reality zeichnen und malen kann. Anders gesagt, haben sie Augmented Reality mit Virtual Reality simuliert. Fragen zum Verhalten der Anwendung sind ihnen so bewusster geworden, was bei der nächsten Iteration mit neuer Prototyping-Methode geholfen hat. «Wir haben das [Methode Wizard of Oz] geschauspielert, indem ich die HoloLens war und der Benutzer entweder über einen Sprachbefehl [...] oder über einen Dialog [Wireframe auf Papier] eine Interaktion ausführen konnte [...].»³⁶

Robert Adelman versicherte uns, dass die Evaluation der Benutzerfreundlichkeit eines Systems auch bei Augmented Reality zutrefe. «Einige Dinge bleiben gleich: Möglichst früh, möglichst billig konkret werden. Möglichst schnell lernen, möglichst schnell iterieren [...] Wenn es um Prototypen geht, muss man die relevanten Aspekte praktisch ausprobieren.»³⁷

Ausblick

In Zukunft rechnen unsere Experten damit, dass AR herkömmliche Displays komplett ablöst. Diese Technologie wird überall eingesetzt werden und in einem breiten Rundumblick stattfinden. Das heisst die Technologie wird dem Benutzer im Unterschied zu 2D-Interfaces eine 360-Grad-Ansicht bieten, in der er interagieren kann. Ein Experte sagt voraus, dass der Mensch in Zukunft dank dem Einsatz von AR weniger Wissen auswendig lernen müsse und dadurch mehr Freiraum im Kopf gewinnen werde.

Auf der negativen Seite macht ein anderer Experte auf die potentielle Gefahr aufmerksam, die in der Verschmelzung von Mensch und Maschine liege. Er befürchtet, dass die Benutzer von ihren Head-Mounted-Displays abhängig werden und dass sie davon ein latentes Schielen oder ein Skotom³⁸ entwickeln könnten.

3.5 Insights Grundlagen

Das, was wir aus unseren ersten Recherchen über Augmented Reality gelernt haben, hat die ersten Hypothesen bezüglich AR und Akzeptanz sowie unser weiteres Vorgehen geprägt. In Bezug auf die Technologie haben wir die grundlegenden Unterschiede zwischen Augmented Reality für Head-Mounted-Displays und AR für Handheld-Geräte verstanden. Erste Reaktionen auf Proof-of-Concept-Projekte und die Erfahrungen unserer Experten haben uns zu denken gegeben, mit welchen Hürden wir in Bezug auf Head-Mounted-Displays konfrontiert werden würden.

³⁶ Experten-Interview mit Ines Lindner, Zitat aus Transkript im Anhang

³⁷ Experten-Interview mit Dr. Robert Adelman, Zitat aus Transkript im Anhang

³⁸ <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/1920958>. Stand 6.1.2018

Während wir zum Beispiel davon ausgegangen sind, dass eine Handsfree-Lösung ideal für Leute wäre, die hauptsächlich mit ihren Händen arbeiten und Medienwechsel vermeiden möchten, waren wir unsicher darüber, ob Mitarbeiter, die neuen Technologien womöglich kritisch gegenüberstehen, nicht ein vertrautes Mobile-Device bevorzugen würden. Peter Lenhart formuliert das folgendermassen: «Es gibt nicht nur technische Dimensionen, sondern auch soziale und arbeitsmedizinische Dimensionen, die in Unternehmen berücksichtigt werden müssen, wenn man eine Technologie wie AR einführen möchte.»³⁹

Wir haben uns dementsprechend gefragt, ob Benutzer ihre Realität durch eine Datenbrille eher begrenzt als erweitert empfinden würden. Obwohl es klare Überschneidungen zwischen den von Experten beschriebenen möglichen Anwendungsfällen und den von uns bei den SBB erwogenen Use Cases gab, blieben wir zunächst skeptisch, ob die Benutzer die Vorteile höher als die Nachteile gewichten würden.

³⁹ Experten-Interview mit Dr. Peter Lenhart, Zitat aus Transkript im Anhang

4 Das richtige Problem lösen



In diesem Teil der Arbeit geht es darum, die Problemstellung zu schärfen. Zu Beginn haben wir das Problem überwiegend durch den Auftraggeber definieren lassen. Wir haben im ersten Schritt drei Interviews mit Stakeholdern der SBB im Bereich Augmented Reality innerhalb der Discover-Phase des Double-Diamond-Designprozess geführt, um Einblicke in die Herausforderungen der Domäne Infrastruktur zu erhalten. Um diese in der Define-Phase zu analysieren und im Hinblick auf unser Forschungsziel zu hinterfragen, haben wir eine Vielzahl von Methoden angewendet, die wir in den folgenden Abschnitten dokumentieren und Annahmen getroffen, um mögliche Lösungsansätze beschreiben zu können. Dabei haben wir stets die Erkenntnisse aus der Grundlagenerarbeitung berücksichtigt und ins weitere Vorgehen einfließen lassen. Das Kapitel wird abgerundet durch eine Sachreflexion.

4.1 Ziele und Methoden

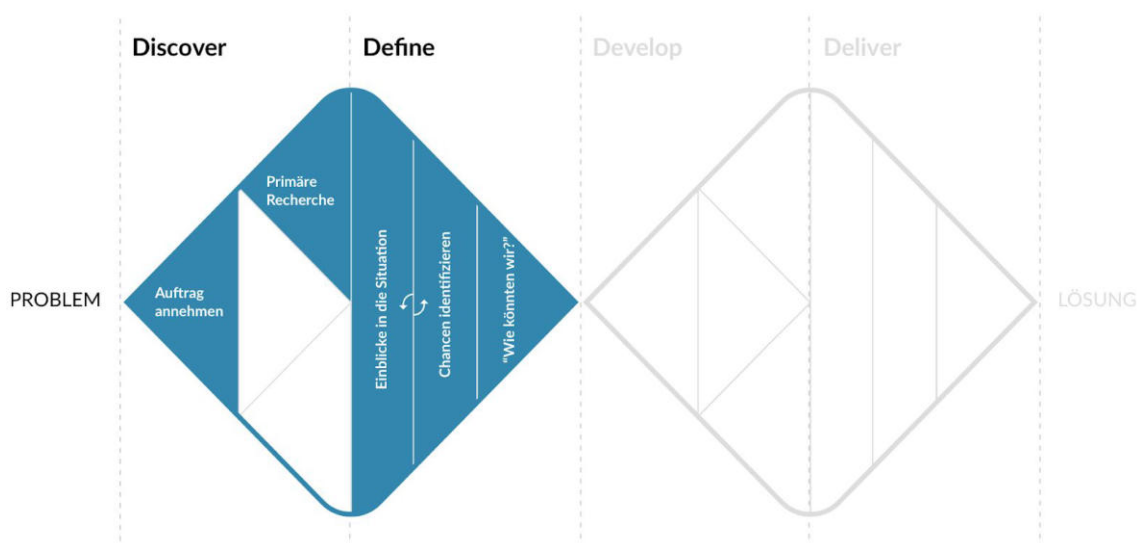


Abb. 9: Die im Kapitel 4 behandelten Aspekte des Double-Diamond

Mithilfe von halbstrukturierten qualitativen Stakeholder-Interviews konnten wir die Bedürfnisse aus Unternehmenssicht abholen und einen Überblick über die Herausforderungen bzgl. der Einführung einer neuen Technologie wie Augmented Reality erhalten. Für die ca. einstündigen Interviews an den SBB-Standorten Wankdorf und Worblaufen haben wir einen Interviewleitfaden vorbereitet (*siehe Anhang Abschnitt 4.1 Interviewleitfaden*). Die Fragen waren darauf ausgerichtet die Vision des Produkts und die Geschäftsziele zu verstehen. Wir haben hierzu die Arten der qualitativen Research-Techniken bzgl. Interviews mit Stakeholdern von Alan Cooper et al. aus *About Face* berücksichtigt, wo es u.a. heisst: «Der Designer ist verpflichtet, Lösungen zu entwickeln, ohne die Geschäftsziele jemals aus den Augen zu verlieren. Deshalb muss die Arbeit des Designteams damit beginnen, die Möglichkeiten und Einschränkungen zu verstehen, die hinter dem Designauftrag stehen.»⁴⁰

⁴⁰ Cooper A., Reimann R., Cronin D. (2010). *About Face – Interface und Interaction Design*. Frechen: mitp. S. 79

Aus den Erkenntnissen haben wir Annahmen zur Lösung abgeleitet und unser erstes Problem Statement nach Lean UX formuliert. Um Einblicke in die Situation der Mitarbeitenden zu erhalten, um Chancen zu identifizieren und um die Bedürfnisse der Benutzer zu analysieren und Optimierungspotenziale im Arbeitsprozess zu erkennen, führten wir Kontextanalysen als primäre Recherche durch. Zur Dokumentation und Auswertung der Interviews und Kontextanalysen haben wir jeweils die schriftliche Erlaubnis für Audio- und Videoaufnahmen sowie Fotos bei den Teilnehmern eingeholt.

Diese einzelnen Situationen haben wir anhand von Use Case Diagrammen modelliert, um einen Gesamtüberblick über die Akteure und die verwendeten Systeme sowie deren Beziehungen zueinander zu erhalten. Bewusst haben wir diese auf einer hohen Abstraktionsstufe repräsentieren wollen, weshalb sich das Use Case Diagramm als Modell angeboten hat. Im zweiten Schritt haben wir uns für eine der Situationen entschieden und eine vertiefte Kontextanalyse durchgeführt. Darauf aufbauend konnten wir Ad-hoc-Personas modellieren und ein Foto-Storyboard sowie eine User Journey des IST-Zustandes erstellen. Hieraus konnten wir Pain Points (wörtlich: Stolpersteine) und Opportunity Areas (wörtlich: Bereiche mit Optimierungs-Potenzial) identifizieren, das Problem weiter schärfen und unser zweites Problem Statement formulieren.

4.2 Stakeholder Interviews



Abb. 10: v.l.n.r.: Interviewpartner Dr. Tobias Gamisch, Tobias Gerber und David Reiser

Bei der SBB wurde im Rahmen des Technologie Management Boards (TMB) im Frühjahr 2017 ein divisionsübergreifendes Kompetenzzentrum **Extended Reality** zur Entwicklung von AR- und VR-Anwendungen geschaffen, welches den Erfahrungsaustausch fördern und Synergien zwischen Stakeholdern bei den Divisionen Infrastruktur, Personenverkehr, Immobilien und beim Güterverkehr Cargo nutzen soll. Ziel ist es, erste Proof of Concepts für AR- und VR-Anwendungen mit unterschiedlichen Devices zu entwickeln, um diese mit Anwendern zu testen und deren Feedback einzuholen, eine einheitliche Plattform für AR- und VR-Anwendungen bei der SBB aufzubauen und künftige AR- und VR-Anwendungen bei der SBB zu unterstützen.

Im Rahmen des TMB haben wir drei Kick-Off-Termine am 10. Mai sowie am 2. und 13. Juni 2017 besucht, wobei unterschiedliche Use Cases und erste Anforderungen besprochen worden sind. Es wurde eruiert, bei welchen Use Cases Gemeinsamkeiten bezüglich der Anforderungen bestehen. Zum Beispiel wurde von vielen Fachbereichen die Remote-Expert-Funktion als hilfreiche Unterstützung im Arbeitsprozess für

unterschiedliche Benutzerrollen erachtet. Es bietet sich daher an, diese Funktion mit unterschiedlichen Benutzern in einem PoC zu testen, auch um das Kostendach niedrig zu halten. Im weiteren Verlauf sind wir auf die Stakeholder der unterschiedlichen Fachbereiche zugegangen, haben das Vorgehen und die Ziele unserer Masterarbeit aufgezeigt, Interviews geführt und Termine für Kontextanalysen vereinbart, um einen vertieften Einblick in die heutigen Arbeitsprozesse der Mitarbeitenden zu erhalten und die Anforderungen zu schärfen.

Lifecycle Management

Im Zuge des ersten PoC beim TMB für eine AR-Anwendung für die Beauftragung und Durchführung von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten im Gotthard Basistunnel haben wir im Juni 2017 ein Interview mit dem Lifecycle Manager (LCM) im Fachbereich Kunstbauten, Dr. Tobias Gamisch, durchgeführt, der uns die Vision und den Mehrwert für neue Technologien wie Augmented Reality in seinem Fachbereich aufgezeigt hat. In mehreren Schritten sollen Anlagen wie z.B. einbetonierte Wasser-/Elektro-Leitungen und Kanäle im GBT mithilfe von Augmented Reality visualisiert werden. Ein entsprechender PoC am Fusspunkt des Zugangstollens Faïdo wird gegenwärtig realisiert. Dem Mitarbeitenden werden die versteckten Leitungen holografisch eingeblendet, so dass er den Verlauf sehen und die Leitungen und Medien einfacher erkennen und weitere Inventar- und Zustandsdaten abfragen kann. Ein grosser Vorteil davon ist eine Zeitverkürzung der Leitungssuche bei der Instandhaltung (Leitungsreinigung), beim Neubau und bei Erweiterungen (Ortung der entsprechenden Leerrohre, kein Anbohren bestehender Leitungen mehr etc.). Ein anderer Vorteil besteht darin, dass die Zustandsdaten jederzeit für verschiedene Nutzer aktuell vorliegen, so z. B. für den Instandhalter im Tunnel, für den Anlagenverantwortlichen im Büro im Tessin und für den LCM in Bern.

Den grossen Mehrwert von AR-Anwendungen in der Instandhaltung sieht Tobias Gamisch einerseits im Hands-Free-Arbeiten der Mitarbeitenden und andererseits darin, dass sich dadurch Inventar- und Zustandsdaten in Echtzeit aus der Bewirtschaftungssoftware effektiver abfragen, kontrollieren, erfassen und rückmelden sowie erkannte Schäden im Anlagenbewirtschaftungssystem dokumentieren lassen. Die Mitarbeitenden sind heute z.B. noch mit Papier-Checklisten im Einsatz, was zu Medienbrüchen mit enormem Mehraufwand und somit zu Ineffizienzen im Arbeitsprozess führt. Heute werden die Arbeitsergebnisse zweimal dokumentiert: einmal vor Ort auf Papier und ein zweites Mal im Büro bei der Übertragung vom Papier in das Bewirtschaftungssystem. Hingegen bleiben Wartezeiten während der Arbeit im Tunnel, z. B. während die Spüldüse durch die Leitung fährt, ungenutzt. Zukünftig können diese Wartezeiten durch den Einsatz eines ausreichend robusten und angenehm zu tragenden AR-Systems für die Rückmeldung genutzt und die zweite Dokumentationsphase komplett eingespart werden.

Durch AR-Anwendungen können auch das Einsatzspektrum und die Polyvalenz der Mitarbeitenden erhöht werden, weil sie Unterstützung von Experten direkt im Kontext erhalten. Die Experten ins Feld zu holen, ist heute wegen der langen Anfahrtswege sehr zeitaufwändig und teuer. Bestehende Telefonlösungen kranken daran, dass der Experte

die Situation vor Ort nicht mit eigenen Augen sehen kann. Die AR-Anwendung löst dieses Problem, weil Experte und Mitarbeitender vor Ort dasselbe Bild sehen und der Experte dem Mitarbeitenden holografisch zeigen kann, was zu tun ist.

Die AR-Anwendung kann interdisziplinär für unterschiedliche Anlagegattungen eingesetzt werden. Heute existieren verschiedene Software-Systeme bzw. -Plattformen für die Bewirtschaftung der Anlagen der Fachbereiche Fahrbahn, Fahrstrom, Elektro- und Sicherungsanlagen, Ingenieurbau, Telekom, Umwelt etc. mit unterschiedlichen Datenablagen bzw. Datenbanken, was zu einem hohen Support- und Administrationsaufwand führt.

Tobias Gamisch ist davon überzeugt, dass Anwendungen mit Augmented Reality das Potenzial haben, eine Lösung für die genannten Probleme anzubieten.

«Um zu zeigen, dass man das umsetzen kann, muss man natürlich den Nutzen aufzeigen. Hat das [die Technologie] wirklich einen Nutzen oder ist das eine technische Spielerei?»⁴¹

Wichtige Anliegen sind Tobias Gamisch, dass man die Anwender nicht mit zu viel Informationsgehalt überlasten darf, dass die Akzeptanz bei den Nutzern gewährleistet wird und dass die Anwendung punktuelle Unterstützung im Arbeitsprozess bietet. Auch die Anwender müssen vom Nutzen überzeugt sein, merkt er an, «denn sonst nutzen sie die Technologie nicht oder nicht richtig.»

Herausforderungen sieht er in der Datenhaltung: Heute stehen die Inventardaten zwar bereits als 2D-Modell in der DfA zur Verfügung und müssen nur noch für Building Information Modeling (BIM) als 3D-Modell aufbereitet werden, um sie für AR-Anwendungen nutzbar zu machen. Um einen effektiven Mehrwert zu schaffen, müssen die Inventardaten aber durch Zustandsdaten ergänzt und beschrieben werden können. Tobias Gamisch ist der Meinung: «Zu wissen, wo eine Leitung liegt, ist der eine Teil der Instandhaltungsgeschichte». Und er fügt hinzu: «Der zweite wichtige Teil ist zu wissen, wann diese Leitung wie instandgehalten werden muss, welche Schäden vorhanden und zu berücksichtigen sind und dass ich die Erledigung der Instandhaltung sowie weitere, erkannte Schäden zurückmelden kann für den nächsten Instandhaltungszyklus. Unter diesen Voraussetzungen kann der Anlagenverantwortliche planen, der LCM das Geld bereitstellen und die nächste Instandhaltung beauftragen.»

Innovationsprozesse

Im Bereich Innovationsmanagement haben wir im Juli 2017 ein Interview mit Tobias Gerber geführt, der im Rahmen der InnoCamps bei der SBB Infrastruktur zusammen mit Karin Biffiger (Head of Innovation) und Stefan Gerber (Innovation Coach) verantwortlich dafür ist, Innovations-Portfolios, -Kultur sowie -Prozesse zu pflegen, Workshops

⁴¹ Stakeholder-Interview mit Tobias Gamisch, Quelle im Anhang

durchzuführen und Finanzen sowie Hilfsmittel für Innovationen bereitzustellen. Interne Ideen für Innovationen werden im Rahmen des Innovationsprozesses gefördert und in einem Gate-Durchlauf vor Publikum präsentiert und bewertet. Hierbei wird das Ziel verfolgt, möglichst rasch und <timeboxed> die potenziellen Innovationen durch einen PoC auf Business-Relevanz prüfen zu lassen. Diese sind auf die aktuellen Innovationsfelder abgestimmt und auf die Strategie der SBB Infrastruktur ausgerichtet.

Auch beim Thema Augmented Reality wird ausgelotet, wo die Technologie heute bereits helfen und unterstützend wirken kann und welchen technologischen Sprung es noch braucht, bis diese im Unternehmen erfolgreich implementiert werden kann. Die Arbeitsprozesse müssen durch neue Technologien besser unterstützt werden als heute und die Mitarbeitenden sollen auf diesem Weg schrittweise begleitet werden. Beim Arbeitsplatz der Zukunft sind die Vernetzung der Mitarbeitenden und die räumliche Unabhängigkeit und Mobilität zentrale Themen, für die der Einsatz von AR- und VR-Anwendungen ein ausserordentlich hohes Potenzial bietet.

«Wir sollten mehr Mut haben [...] und die SBB Infrastruktur so ausrichten, dass es uns in 20, 30 Jahren noch braucht. [...] Wir denken heute immer noch in Schienen, Schotter, Schwellen [...]. Wenn man den Horizont auf tut und umherschaut, dann ist z.B. Hyperloop⁴² ein Thema und da frage ich mich, ist die SBB dort dabei oder schauen wir zu, bis es zu spät ist?»⁴³

Herausforderungen sieht Tobias Gerber beim <Datenhandling>, welches qualitativ hochwertige Daten für die Technologie benötigt und verbunden ist mit einem kulturellen Wandel. Auch die zunehmende Cyberkriminalität und Manipulation von Daten sind wichtige Aspekte, welche die Unternehmen in Zukunft verstärkt berücksichtigen müssen. Heute existieren viele Daten noch auf Papier und SBB Mitarbeitenden fehlt der unmittelbare Zugang zu den digitalisierten Informationen. Das führt zu Medienbrüchen und die Daten sind aktuell nicht transparent für alle einsehbar. Bis dieser Zustand hergestellt ist, wird es noch einige Zeit brauchen. Daher wird ein schrittweises Vorgehen präferiert. Die Mitarbeitenden müssen vom Mehrwert überzeugt sein.

Was mit AR wegzufallen droht, ist der Zufall des Augenblicks, wenn sich Mitarbeitende z.B. unvorhergesehen treffen und ad hoc über ein Thema diskutieren. Das, was den Menschen ausmacht, wird eigentlich ausgeschaltet, und zufällige zwischenmenschliche Interaktionen können in dieser Form nicht mehr stattfinden. Dafür bietet eine Technologie wie AR keinen Ersatz.

⁴² «[...] Ein Hochgeschwindigkeitstransportsystem, dessen Konzept von Elon Musk 2013 vorgestellt wurde. Dabei sollen elektrisch getriebene Transportkapseln durch Fahrröhren aus Stahl, in denen ein Teilvakuum herrscht, transportiert werden. Die Energie für die Kapseln soll dabei durch Solarenergie entstehen. Durch das Teilvakuum in der Röhre soll es kaum Reibungswiderstand geben, weshalb Spitzengeschwindigkeiten von bis zu 1200 km/h erreicht werden sollen. In den Kapseln, die aus Aluminium bestehen sollen, können laut Konzept 28 Menschen Platz finden.» (<http://www.giga.de/extra/ratgeber/tipps/hyperloop-kurz-und-einfach-erklaert>, Stand: 6.1.2018)

⁴³ Stakeholder-Interview mit Tobias Gerber, Quelle im Anhang

ICT Architektur

Mit David Reiser – ICT Architekt bei der SBB IT und verantwortlich für die technologische Früherkennung und den strategischen Aufbau sowie die Integration von Technologien wie u.a. AR/VR, Drohnen, Machine Learning und Künstliche Intelligenz oder Blockchain – haben wir ein Interview geführt, nachdem der PoC zum GBT im August 2017 mit Anwendern getestet worden war. David Reiser analysiert und prüft neue Technologien auf Relevanz und Mehrwert im Unternehmen. Er konnte uns aus dem aktuellen Vorgehen gewonnene Erkenntnisse zur Integration von neuen Technologien wie AR aufzeigen und hat uns einen Blick in die Zukunft gewährt. Seine Organisationseinheit ist integriert in Digitalisierung und Architektur, hat einen grossen Stellenwert bei neuen Technologien und bietet die Möglichkeit, Innovationen voranzutreiben und den Business-Partnern vorzustellen. Er ist der Meinung, dass sich dem Menschen neue Möglichkeiten mit Augmented Reality eröffnen. Es gibt Arbeiten, die sehr viele Routinetätigkeiten verlangen oder auch sicherheitskritisch sind. Ziele sind z.B. mehr breit ausgebildete Mitarbeitende, die von Fachspezialisten mit Expertenwissen unterstützt werden, im Feld einzusetzen sowie die Sicherheit im Feld zu optimieren. Die SBB hat hohe Sicherheitsstandards: Die Benutzer dürfen im sicherheitskritischen Kontext wie z.B. im Gleisbereich von der Technologie nicht beeinträchtigt oder abgelenkt werden.

«Mit neuen Technologien wie AR/VR kann man die Verschmelzung der physischen und virtuellen Welt bewerkstelligen [...], z.B. direkte Auswertung von Sensorik aus der physischen Welt, die digital transformiert wird [...], z.B. via Diagnosefahrzeug auf Schienen oder eine Drohne fliegt über das Gleis und erkennt Fehler [Abweichungen] anhand von Bildern oder sonstigen Merkmalen und weiss aus der gelernten Erfahrung, welche Massnahmen zu treffen sind.»⁴⁴

Wie bereits im Interview mit Tobias Gamisch erwähnt, wurde im GBT ein PoC mit Anwendungsfällen für AR im Feld via Smartphone und Microsoft HoloLens mit Benutzern im Kontext Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten getestet: Zum einen wurden Anlagen visualisiert, die man physisch in der realen Welt nicht sehen kann, zum anderen wurde der Remote Support zwischen Anwendern und Experten, die im Kontext hinzugeschaltet werden können, untersucht. Auf Gesten- und Sprachsteuerung wurde im Rahmen des PoC verzichtet, nur Blick-Steuerung wurde eingesetzt und getestet. Auf die Sprachsteuerung wurde komplett verzichtet, weil die Lüftungsanlagen im GBT zu laut sind. Im PoC konnten sehr früh Erkenntnisse zur Benutzbarkeit und zu Interaktionsmustern im Kontext mit Anwendern gewonnen werden.

David Reiser merkt an, dass eine Lösung passgenauer werde, wenn die Benutzer einbezogen werden. Dadurch brauche es weniger Sprints in der Entwicklung und des

⁴⁴ Stakeholder-Interview mit David Reiser, Zitat aus Transkript im Anhang

Weiteren profitiere man von «Early Adopters», die der Technologie gegenüber positiv eingestellt sind und ihr Wissen weitergeben können. Neue Technologien sollten als Option angeboten werden, um die Benutzer hierfür zu sensibilisieren; als der PC eingeführt wurde, hatte es auch eine Zeit gebraucht, bis die Anwender von der Schreibmaschine zum PC gewechselt hatten, daher wurde im Test das Smartphone zur Verfügung gestellt und als Option die HoloLens.

Die Benutzer konnten die identischen Funktionen auf unterschiedliche Weise auf beiden Geräten ausführen und die Akzeptanz vonseiten der Anwender wurde für beide Gerät für sehr gut befunden. Bei der Hardware-Technologie gibt es jedoch noch Einschränkungen, z.B. bzgl. Temperaturresistenz bis hin zur UV-Lichtempfindlichkeit der eingesetzten Head-Mounted-Displays. David Reiser betrachtet das Vorgehen als vorteilhaft. Obwohl die Geräte noch Limitationen für den industriellen Kontext aufweisen, können einige Funktionen mit Benutzern bereits getestet werden und PoCs werfen auch Fragen zur Integration im Backend auf: Wird eine Technologie-Plattform benötigt, wenn ja welche und wann ist der richtige Zeitpunkt zur Investition gegeben?

Herausforderungen innerhalb der Enterprise-Architektur sieht David Reiser bzgl. dem richtigen Zeitpunkt der Standardisierung von neuen Technologien – nicht jede Organisationseinheit kann ein eigenes System entwickeln. Anwendungsfälle müssen zuerst gebündelt werden und dann kann eine Plattform via Ausschreibung evaluiert werden. Für solch eine Plattform muss man aber im Vorfeld wissen, welche Anforderungen in Zukunft noch dazukommen. AR ist eine junge Technologie, der Markt ist sehr volatil und kann in einem halben Jahr komplett anders aussehen. Auch die Grenzen von AR-Technologien müssen noch ausgelotet werden, exakte Positionsbestimmungen und Objekterkennung (z.B. farbliche Markierung von Schienen nach Zuständen) über die Geräte sind heute noch nicht möglich.

«Vielleicht ist das nächste Ding auch gar nicht eine Brille, sondern eine Linse oder man ist irgendwann in der Lage [...], dass man den Sehnerv anzapfen kann [...], sodass man beim Tragekomfort nicht beeinträchtigt wird.»⁴⁵

Eine Erfolgsgeschichte wäre für ihn, wenn die Technologie in eine «normale» Brille passt und alle relevanten Daten kontext- und nutzungsbasiert verfügbar sind. Der Mensch wird mit der virtuellen Welt verknüpft und es soll komfortabel sein damit zu arbeiten. Medienbrüche und der Wechsel zwischen den Geräten sind heute zeitaufwändig und bergen Sicherheitsrisiken im Gleisbereich, weil Mitarbeitende abwechselnd auf Papier, Tablets, Laptops etc. arbeiten.

4.3 Erste Problemstellung

Jeff Gothelf und Josh Seiden beschreiben mithilfe der Lean-Methode eine Herangehensweise, die sowohl effizientes als auch zweckmässiges Design ermöglicht und

⁴⁵ Stakeholder-Interview mit David Reiser, Zitat aus Transkript im Anhang

welche wir in die Define-Phase des Double-Diamond Design-Prozess einbetten, um das richtige Problem anzugehen und zu lösen.

«Die Problemstellung gibt Ihrem Team einen klaren Fokus für seine Arbeit. Ausserdem definiert sie wichtige Einschränkungen, die für die Arbeit in der Gruppe generell unerlässlich sind. Solche Einschränkungen stellen sozusagen die ‹Leitplanken› dar, die das Team erden und ihm helfen, in der Spur bzw. bei der Sache zu bleiben.»⁴⁶

Einer ihrer wichtigsten Grundsätze ist das Konzept des Problem Statements, welches dazu dient, die zuvor erwähnten Risiken und Herausforderungen aus Unternehmenssicht zu mitigieren. Basierend auf den Inputs unserer Stakeholder (*siehe Anhang Kapitel 4 Stakeholder-Interviews*) formulieren wir eine Problemstellung. Diese enthält Annahmen, die im Laufe der Problemphase überprüft werden, um die Problemstellung zu schärfen und einen zielführenden Lösungsansatz zu erarbeiten.

Um die Annahmen auf die wesentlichen Aspekte zur Entwicklung einer neuen Lösung zu priorisieren, greifen wir auf das von Giff Constable entwickelte ‹Worksheet für geschäftliche Annahmen›⁴⁷ zurück. Mit diesem Vorgehen verdichten wir die Aussagen für das Problem Statement in zentrale Annahmen. Das Arbeitsblatt haben wir entsprechend unserem Kontext bei der Instandhaltung angepasst:

Geschäftliche Annahmen

1. Ich glaube, meine Anwender brauchen eine Software-Lösungen für Inventar- und Zustandsdaten, die die Möglichkeit bietet, Störungen und Schäden an Infrastrukturanlagen zu kontrollieren, zu erfassen und rückzumelden.
2. Diese Anforderungen können mit einem Augmented-Reality-System erfüllt werden.
3. Meine ersten Anwender sind (oder werden sein): Mitarbeitende im Feld in unterschiedlichen Fachbereichen wie z.B. Fahrbahn, Fahrstrom, Elektro- und Sicherungsanlagen, Ingenieurbau, Telekom, Umwelt etc. sowie Experten in den jeweiligen Kompetenzzentren.
4. Der grösste Nutzwert, den meine Anwender aus meinem Dienst ziehen möchten, besteht in Störungsbehebung sowie Unterhalt- und Erneuerungsarbeiten innerhalb der Instandhaltung von Anlagen mithilfe von Inventar- und Zustandsdaten in Echtzeit.
5. Der Anwender kann ausserdem von diesen zusätzlichen Vorteilen profitieren: Hands-Free-Arbeiten; punktuelle Unterstützung im Arbeitsprozess durch

⁴⁶ Gothelf, J., Seiden, J. (2015). Lean UX: Mit der Lean-Methode zu besserer User Experience. Frechen: MITP Verlags GmbH & Co. KG. Kapitel 3.1.2 (E-Book)

⁴⁷ ebd.

Experten, die im Feld hinzugeschaltet werden können; Erhöhung der Polyvalenz; kontextabhängige und nutzungsbasierte Verwendung der Daten.

6. Ich werde die Betriebskosten senken durch die Reduzierung der Anfahrtswege für Experten mithilfe von:
 - Remote-Expert-Funktionen
 - Vermeidung von Medienbrüchen und Zusatzaufwand bei der Übertragung der Daten von Papier in die Systeme
 - Verminderung des Support-/Administrationsaufwands
 - Zeitverkürzung für die Leitungssuche zur Instandhaltung, bei Neubau und Erweiterungen (Ortung der entsprechenden Leerrohre, kein Anbohren bestehender Leitungen mehr etc.)
 - Harmonisierung der Anwendungslandschaft für unterschiedliche Fachbereiche
 - Effektivitätssteigerung bei der Kontrolle, Identifikation und Erfassung sowie Rückmeldung von Schäden
7. Meine grössten Produktrisiken sind, dass die Inventardaten ungenügend durch Zustandsdaten ergänzt und beschrieben werden können oder nicht in Echtzeit zur Verfügung stehen und dass der richtige Zeitpunkt zur Standardisierung der Systeme und für Investitionsmassnahmen verpasst wird.
8. Wir werden dies durch eine Bündelung von Anwendungsfällen, Testen der Anforderungen und Bedienbarkeit in PoCs mit Anwendern, durch die Auswertung und Dokumentation der Anforderungen sowie durch Evaluation einer Plattform via Ausschreibung lösen.
9. Folgende weitere Annahmen haben wir, die unsere Geschäfte/ unser Projekt zum Scheitern bringen würden: AR ist eine junge Technologie, der Markt ist sehr volatil und kann in einem halben Jahr komplett anders aussehen.

User-Annahmen

Wer ist der User?

- Fachspezialisten in Fachbereichen wie z.B. Fahrbahn, Fahrstrom, Elektro- und Sicherungsanlagen, Ingenieurbau, Telekom, Umwelt etc.
- Experten in den jeweiligen Kompetenzzentren
- Instandhalter, Anlagenverantwortliche, LCM

Wie passt unser Produkt in seine Arbeit/ sein Leben?

- Produkt wird zur Störungsbehebung und Unterhalts- sowie Erneuerungsarbeiten innerhalb der Instandhaltung von Anlagen mithilfe von Inventar- und Zustandsdaten in Echtzeit eingesetzt.

Welche Probleme löst unser Produkt?

- Räumliche Unabhängigkeit und Mobilität führt zur besseren Vernetzung der Mitarbeitenden.
- Mitarbeitenden fehlt oft der unmittelbare Zugang zu den richtigen Informationen und die Prozesse sind aktuell ineffizient; das soll mit AR-Lösungen optimiert werden.
- Medienbrüche und Mehraufwand sollen vermieden werden mit Hilfe von durchgängigen und digitalisierten Prozessen, die für unterschiedliche Benutzerrollen zur Verfügung stehen und weiterverwendet werden können.
- Hands-Free-Arbeiten soll die Arbeitsprozesse optimieren.
- Dauer für die Leitungssuche bei der Instandhaltung (Leitungsreinigung) sowie bei Neubau und Erweiterungen (Ortung der entsprechenden Leerrohre, kein Anbohren bestehender Leitungen mehr etc.) soll verkürzt werden.
- Mitarbeitende sollen im Feld durch Experten unterstützt werden, die per Remote-Expert-Funktion im Kontext hinzugeschaltet werden können.

Wann und wie wird unser Produkt benutzt?

- Das AR-System soll als punktuelle Unterstützung im Arbeitsprozess eingesetzt werden.
- Neue Technologien sollten als Option angeboten werden, um die Benutzer hierfür zu sensibilisieren.

Welche Features sind wichtig?

- Störungen und Schäden an Infrastrukturanlagen sollen kontrolliert, erfasst und rückgemeldet werden können.
- Inventar- und Zustandsdaten sollen in Echtzeit zur Verfügung stehen.
- Eine Remote-Expert-Funktion zur Kommunikation zwischen Fachspezialist und Experte soll gewährleistet werden.
- Visualisierung und Ortung von teilweise unsichtbaren (z.B. einbetonierten) Leitungen, Kanälen und Komponenten soll ermöglicht werden.

Wie sollte unser Produkt aussehen und sich verhalten?

- Kontextabhängige und nutzungsbasierte Verwendung von Inventar- und Zustandsdaten soll in Echtzeit gewährleistet werden.
- Anwender dürfen nicht überlastet werden.
- Der Tragekomfort der Geräte muss gewährleistet werden.
- Erkenntnisse zur Benutzerfreundlichkeit und zu Interaktionsmustern sollen im PoC analysiert werden.

Problem Statement

Um das Problem auf Basis der Annahmen der Stakeholder zu beschreiben und einen Konsens hinsichtlich der zukünftigen Entscheidungen zu erzeugen, formulieren wir folgende Problemstellung für die Entwicklung von Augmented-Reality-Systemen bei der SBB AG:

«Unsere Software-Lösungen für Inventar- und Zustandsdaten bieten Mitarbeitenden die Möglichkeit, Störungen und Schäden an Infrastrukturanlagen zu kontrollieren, zu erfassen und rückzumelden. Mithilfe der Dienste können Störungsbehebung, Unterhalt und Erneuerung innerhalb der Instandhaltung von Anlagen im Bahnbetrieb gewährleistet werden. Wir haben festgestellt, dass der Zugang zu den benötigten Daten und die Arbeitsprozesse aufgrund von Medienbrüchen und unterschiedlichen Systemen gegenwärtig ineffizient sind. Wie könnten wir die Effizienz durch eine benutzerfreundliche Augmented-Reality-Anwendung dahingehend verbessern, dass die Mitarbeitenden im Feld mit breitem Wissen einen durchgängigen Zugang zu Inventar- und Zustandsdaten in Echtzeit erhalten, ihre Tätigkeiten effektiv durchführen können und von Experten mit Fachwissen ortsunabhängig unterstützt werden?»

Produkttrisiken

Jeff Gothelf et al. merken bzgl. dem methodischen Vorgehen nach Lean UX an, dass die Priorisierung der Annahmen und Identifizierung der höchsten Produkttrisiken eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung einer erfolgreichen Lösung spielen: «Das Ziel lautet, eine Reihe von Annahmen zu priorisieren, um sie auf der Grundlage ihres Risikopotenzials (das heisst, wie schwerwiegend würde es sich auswirken, wenn wir uns in diesem Punkt irren würden?) und des Verständnisses, das wir von dem jeweiligen Problem haben, zu prüfen. Je höher das Risiko und je mehr unbekannte Faktoren damit einhergehen, desto höher ist auch die Priorität für die Überprüfung dieser Annahmen.»⁴⁸

Die Produkttrisiken aus Sicht der Stakeholder haben wir daraufhin in unserer Risikoliste ergänzt, werden diese sowie die dokumentierten Annahmen im Zuge der Ideenfindung und im Lösungskonzept berücksichtigen und im Kapitel [6.1 Fazit und weiteres Vorgehen](#) näher darauf eingehen.

4.4 Kontextanalyse 1. Runde

Unsere Arbeit hat eine visionäre Aufgabenstellung. Sie zieht unter anderem in Erwägung, welche Arbeitsprozesse durch AR am ehesten unterstützt werden können. Dabei sind die Anforderungen an ein Augmented-Reality-System jeweils vom Kontext abhängig. Deshalb war es uns wichtig, in einer ersten Runde die Vielfalt zu betrachten. Unsere Analysen

⁴⁸ Ebd. Kapitel 3.1.3 (E-Book)

vermitteln einen vertieften Einblick in die verschiedenen Kontext-Ausprägungen und Benutzer.

Anhand der Ausgangssituation (*siehe Abschnitt 1.1 Ausgangslage*) konnten wir einen Überblick über geplante PoCs erhalten und antizipieren, welche Bereiche der Instandhaltung für die Lösungsdomäne in Frage kommen. Die vier zu prüfenden *Situationen*⁴⁹ bewegen sich innerhalb von Instandhaltungsarbeiten im Bereich Störungsbehebung, Unterhalt und Erneuerung und wurden als mögliche Einsatzgebiete für Augmented-Reality-Systeme in den durchgeführten Kick-Off-Meetings und beim Technologie Management Board bei der SBB diskutiert.

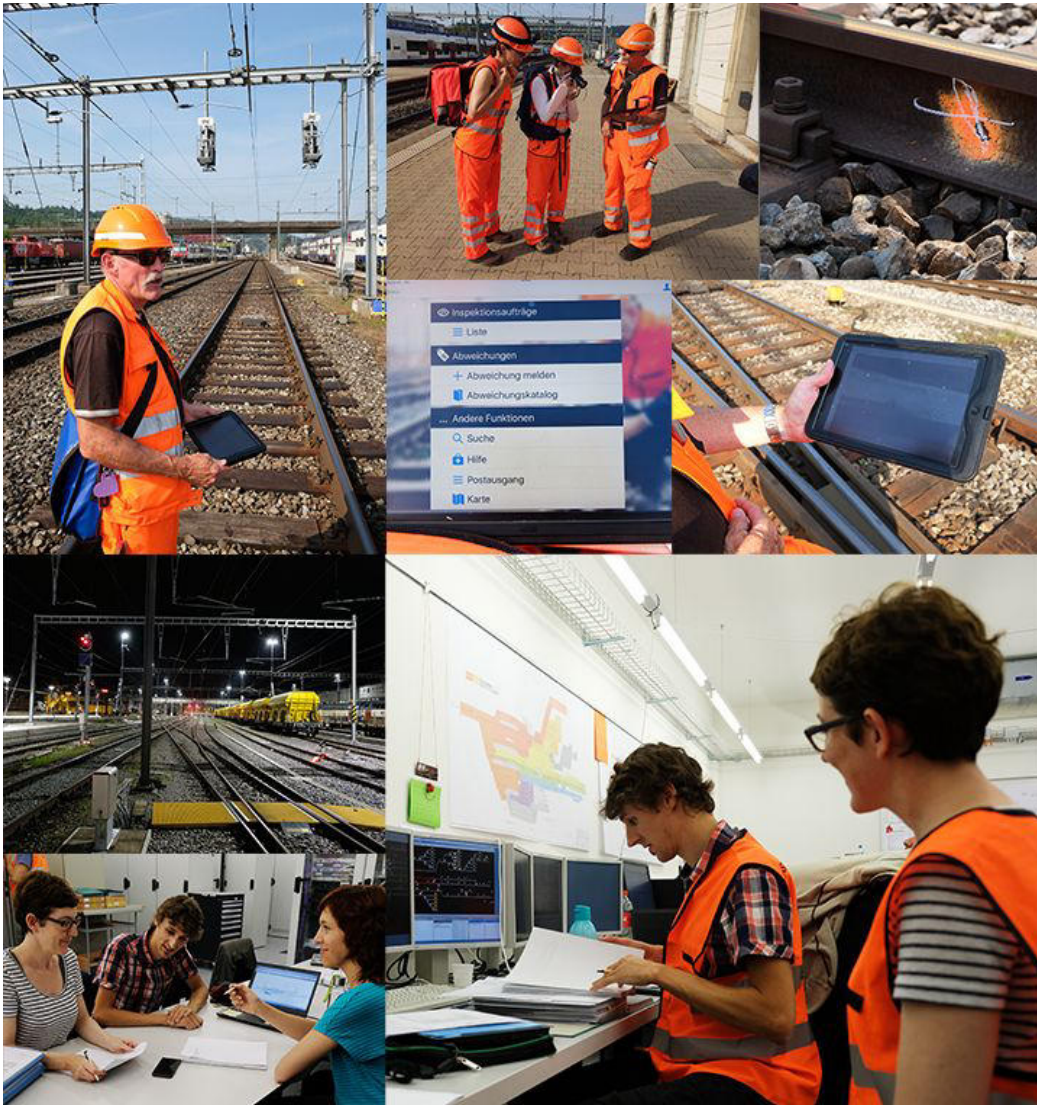


Abb. 11: Collage der Kontextanalysen mit Probanden aus der Streckeninspektion (oben) und SIOP-B-Prüfung (unten)

⁴⁹ Kim Goodwin vergleicht eine Situation mit einem Anwendungsfall. Eine Situation kann aber mehrere Anwendungsfälle und Kontextwechsel umfassen. Mehr dazu im Kapitel User Journey Goodwin, K.: Designing with Scenarios and Storyboards. Ganztagesworkshop, Frontend Conference Zurich, 30. August 2017. Handout (auf Anfrage), PDF S. 19, 31, 33

Wie bereits im Kapitel *3 Grundlagen* aufgezeigt, bieten Anwendungsfälle innerhalb der Inspektion, des Remote Support, bei der Inbetriebnahme von Anlagen, mobilen Instandhaltung, Datenaufnahme im Feld und beim Shutdown-Management sowie bei der Fertigungstechnik das grösste Potenzial für die Technologie Augmented Reality. Hierbei wird das Ziel verfolgt, die Industriedaten zeit- und ortsunabhängig nutzbar zu machen, um den Wert der bestehenden Daten im Unternehmen zu erhöhen.

Um herauszufinden, ob sich diese Technologie in diesem Umfeld überhaupt eignet und einen Mehrwert für Benutzer bietet, war die Voraussetzung, einen vertieften Einblick in die folgenden vier Situationen zu erhalten und die jeweilige Problemstellung der Anwender im Kontext zu betrachten:

1. Streckeninspektion zwischen Brugg/Rapperswil
2. Elektro- und Netzwerkinstallationen im Stellwerk und am Bahnhof Luzern
3. SIOP-B-Prüfung im Stellwerk am Bahnhof Rapperswil
4. Helpdesk für Lokführer am Bahnhof Bern, Bollwerk

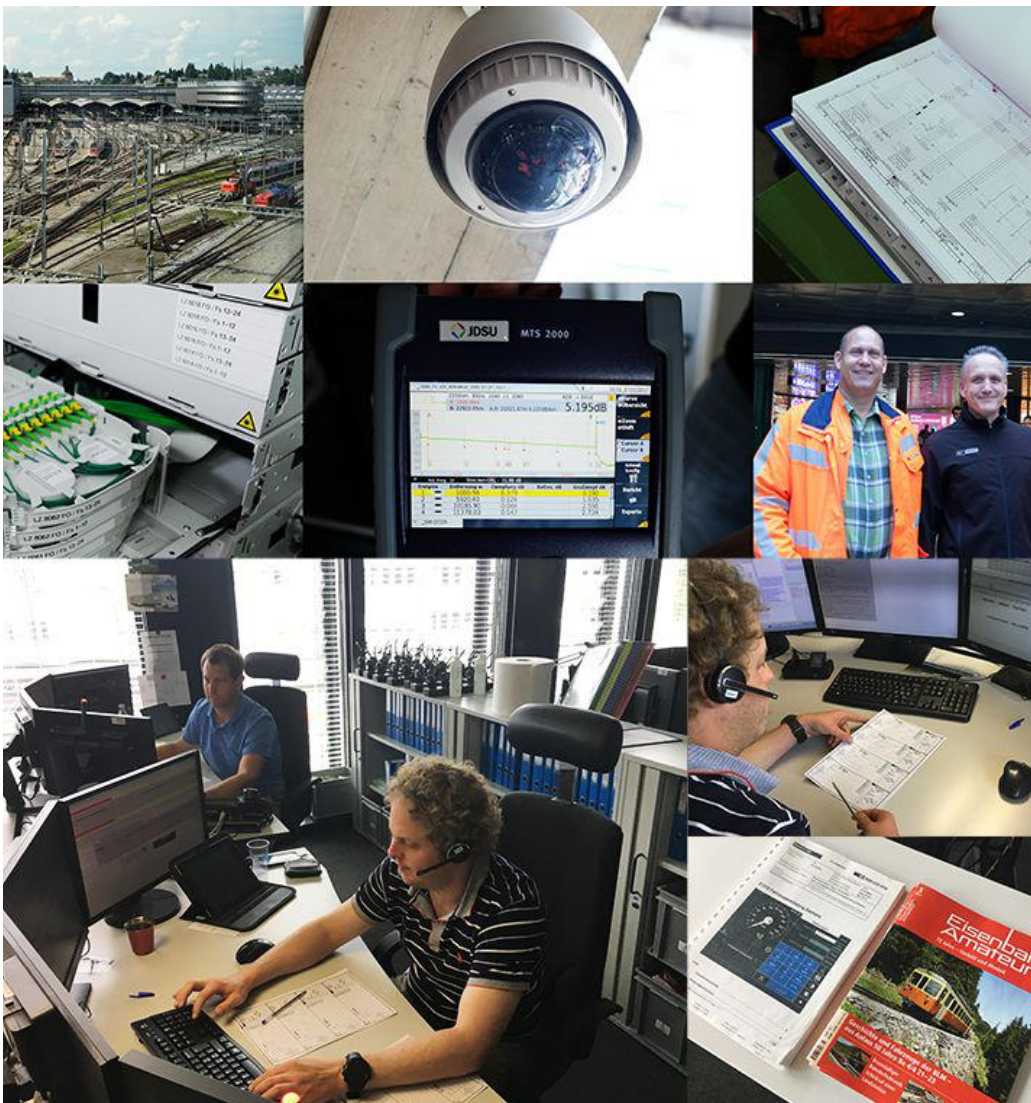


Abb. 12: Collage der Kontextanalysen mit Probanden aus der Elektro- und Netzwerkinstallation (oben) und beim Helpdesk für Lokführer (unten)

Unser Vorgehen haben wir an die ethnografische Interviewtechnik angelehnt, die von Hugh Beyer und Karen Holtzblatt als «Contextual Inquiry»⁵⁰ (wörtl. kontextuelle Untersuchung, im Folgenden auch Kontextanalyse genannt) bezeichnet wurde und als Grundlage für qualitative User Research dient.

Zur Vorbereitung haben wir einen Interviewleitfaden mithilfe von Kim Goodwins «Questions for Users and Customers»⁵¹ erstellt (*siehe Anhang Abschnitt 5.1 Kontextanalyse Leitfaden*). Um die Findings aus der Kontextanalyse auszuwerten, haben wir unsere Beobachtungen und die Aussagen der Benutzer transkribiert und anschliessend die vier Kontexte anhand von Use-Case-Diagrammen modelliert, um Akteure und deren Aufgaben sowie Beziehungen zueinander vergleichen zu können (*siehe Anhang Kapitel 5 Kontextanalyse 1. Runde*).

Bewusst haben wir Use-Case-Diagramme im Gegensatz zum vollwertigen Use-Case-Modell gewählt, weil unser Fokus im ersten Schritt auf einer Eingrenzung der in Frage kommenden Kontexte lag. Während ein Use Case Interaktionen auf detaillierter Ebene beschreibt, verschafft man sich mit einem Use-Case-Diagramm auf einfache Weise einen Überblick über die Möglichkeiten, wie das System genutzt werden kann, darüber, wer die Interaktion startet, und über alle anderen Beteiligten.⁵² Die Zusammenfassung der einzelnen Situationen und die Use-Case-Diagramme in Originalgrösse haben wir im Anhang zur jeweiligen Kontextanalyse dokumentiert (*siehe Anhang Kapitel 5 Kontextanalyse 1. Runde*).

⁵⁰ Beyer H., Holtzblatt K. (1998). Contextual Design: Defining Customer Centered Systems. San Diego: Academic Press. S. 42

⁵¹ Goodwin, K. (2009). Designing for the Digital Age. How to Create Human-Centered Products and Services. Indianapolis: Wiley Publishing. S. 115-126

⁵² vgl. Jacobsen, I., Spence, I., Bittner, K. (2011). Use-Case 2.0: The Guide to Succeeding with Use Cases. Kapitel Principle 2: Understand the Big Picture (E-Book)

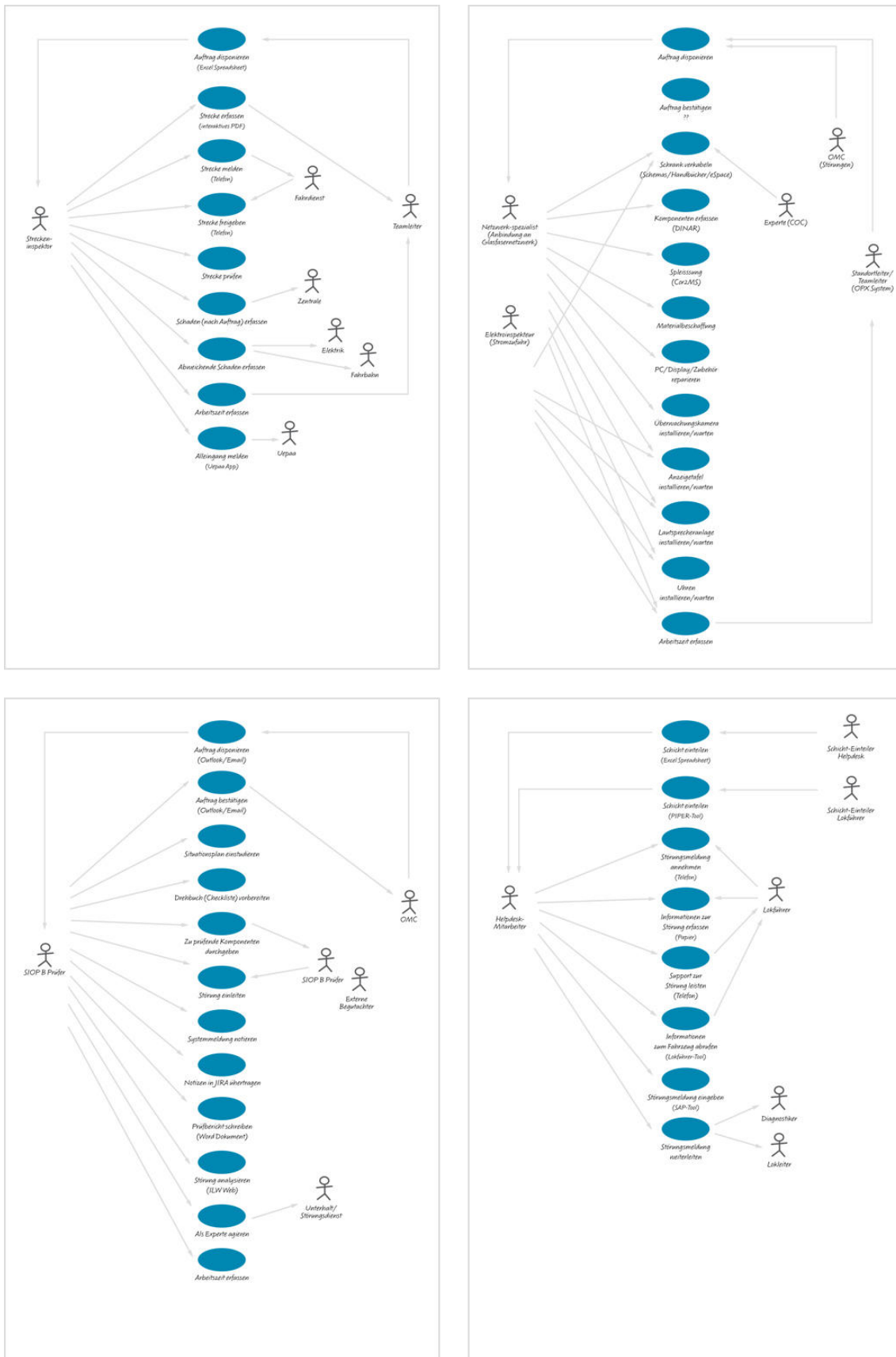


Abb. 13: Im Uhrzeigersinn v.l.n.r.: Use Case Diagramme für Streckeninspektion, Netzwerk- und Elektroinstallationen, SIOP-B Prüfung und Helpdesk der Lokführer

4.5 Ad-hoc-Personas



Abb. 14: Auswertung und Platzierung von Verhaltensmustern der Probanden innerhalb der Variablen auf der Bereichsskala

Die Benutzer von Software für Instandhaltungsarbeiten verbinden je nach ihrer Rolle sehr unterschiedliche Bedürfnisse mit dem System. Das Klientel reicht von sehr erfahrenen Fachspezialisten, welche über langjährige Erfahrung mit Spezialkenntnissen in ihrem Kontext verfügen und sich sehr gut auskennen in ihrem Arbeitsumfeld, bis hin zu eher unerfahrenen Mitarbeitenden, die über Fachkenntnisse in ihrem Bereich verfügen, aber das Arbeitsumfeld noch weniger gut kennen und möglichst schnell und effektiv auf Daten und Informationen zum Auftrag und Einsatzort zugreifen möchten. Um die Anwender fassbarer machen zu können und zu analysieren, welches die wichtigsten Benutzer und deren Bedürfnisse sind, haben wir uns dazu entschieden, Ad-hoc-Personas (provisorische Personas) als Hypothese zu modellieren.

«Obwohl es sehr wünschenswert ist, Personas immer von detaillierten qualitativen Daten abzuleiten, stehen in einigen Situationen einfach nicht genug Zeit, Ressourcen oder Hilfe seitens der Unternehmen zur Verfügung, um die erforderliche Feldarbeit zu leisten. [...] Ad-hoc-Personas sind ähnlich wie echte Personas strukturiert, stützen sich aber auf verfügbare Daten und die Annahme der Designer über die Verhaltensweisen, Motive und Ziele.»⁵³

⁵³ Cooper A., Reimann R., Cronin D. (2010). About Face – Interface und Interaction Design. Frechen: mitp. S. 110

Die Ad-hoc-Personas haben wir aus den Erkenntnissen, die wir aus den Kontextanalysen der unterschiedlichen Situationen mit sechs Probanden gewonnen haben, modelliert. Die Mitarbeitenden verwenden gegenwärtig sehr kontextabhängige Systeme zur Ausführung ihrer Tätigkeiten auf unterschiedlichen Geräten wie Smartphone, Laptop, Tablet oder auch auf Medien wie Papier. Wir haben aus der Auswertung der Kontextanalysen Attribute zu Verhaltensvariablen gebildet und diese mit den Verhaltensmustern unserer Probanden abgeglichen. Weiterhin haben wir nach «Cluster» gesucht, die mehrere Variablen umfassen. Daraus haben sich erkennbare «Patterns» ergeben, aus denen wir die primäre und sekundäre Ad-hoc-Persona identifizieren konnten.

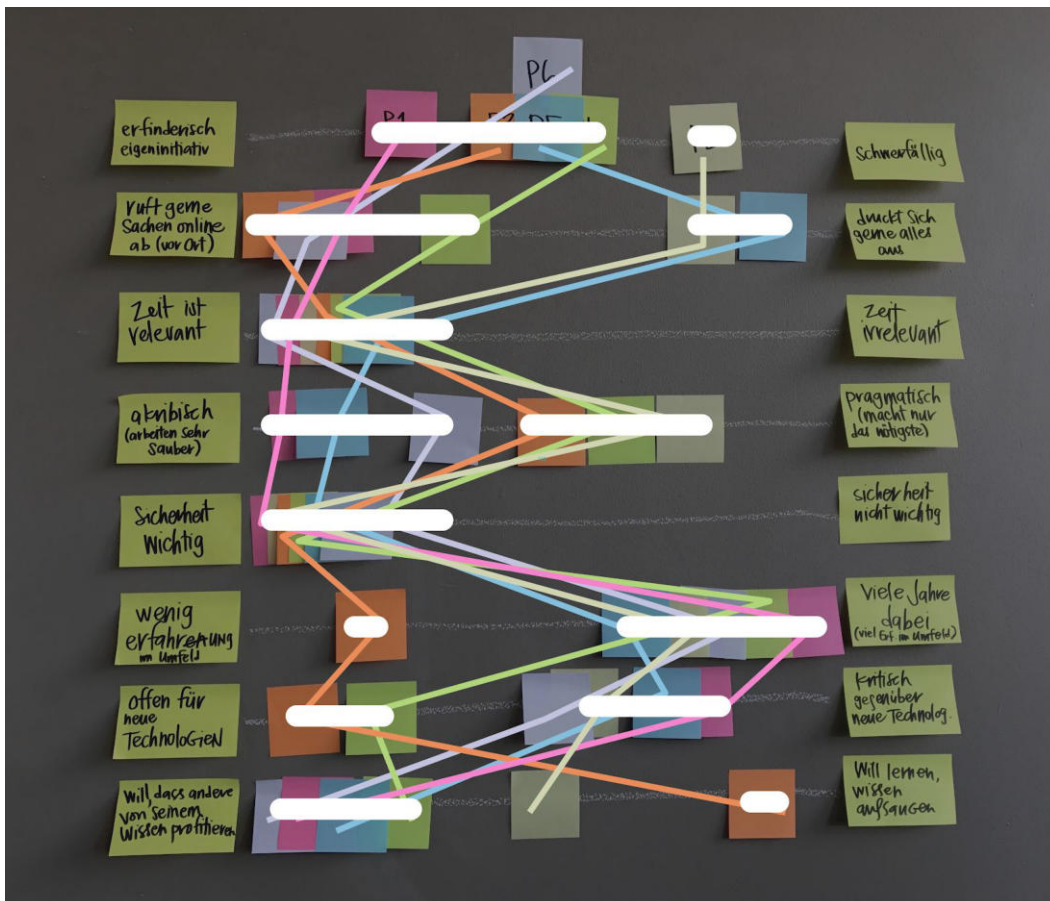


Abb. 15: Identifizierte Verhaltensmuster, aus denen die primäre und sekundäre Persona abgeleitet wurden

Unsere Ad-hoc-Personas David und Ruedi haben die gleichen Aufgaben, unterscheiden sich aber in einem wichtigen Punkt: Während Ruedi jahrelange Erfahrung hat bzgl. Einsatzorte und Software-Systeme der SBB, ist David noch nicht sehr lang bei der SBB beschäftigt und kennt die Prozesse und Einsatzorte nicht vollumfänglich. Aufgrund der Erkenntnisse aus den Verhaltensvariablen haben wir beschlossen, das System primär für David und sekundär für Ruedi zu konzipieren. Wir gingen davon aus, dass David eine komplexere Unterstützung benötigen würde. In einem zweiten Schritt haben wir geplant sicherzustellen, dass Ruedi sich nicht von den Hilfsmitteln zur Orientierung und Ausführung irritieren lässt und das System entsprechend seinen Bedürfnissen konfigurieren kann.

Die modellierten Ad-hoc-Personas aus allen analysierten Situationen haben uns darüber hinaus bei der Auswahl einer relevanten Situation für die AR-Lösung unterstützt. Wir haben aus den Eigenschaften unserer prototypischen Benutzer abgeleitet, in welcher Situation es sich um Fachspezialisten mit Expertenwissen und in welchen Situationen um Mitarbeiter, die Unterstützung im Arbeitsprozess benötigen, handelt, die besonders vom Mehrwert einer AR-Lösung profitieren können.

Primäre Persona

	<p>David, 23</p> <p>Ausbildung: Höhere technische Ausbildung Brillenträger: Nein</p>
	<p>Zeigt Eigeninitiative Ruft gerne Sachen online ab Eher pragmatisch Offen für neue Technologien Wenig erfahren Will von seinen Kollegen lernen</p>
<p><i>«Mein Fachgebiet beherrsche ich gut, aber des Öfteren muss ich bei den Kollegen nachhaken, wo die Komponenten von den Anlagen genau verbaut sind und wo ich die Unterlagen zu Schemen und Räumen am Einsatzort finde. Wir arbeiten mit sehr vielen unterschiedlichen Systemen, die man alle lernen muss. Am liebsten arbeite ich mobil und würde gern von unterwegs auch einfach auf meine Daten zugreifen können.»</i></p>	

Sekundäre Persona: Ruedi

	<p>Ruedi, 42</p> <p>Ausbildung: Berufslehre Brillenträger: Ja, Lesebrille</p>
	<p>Wirkt gesetzt, erfahrener und reifer Hat gerne analoge Prozesse Eher akribisch Kritische Haltung neuen Technologien gegenüber</p>

	<p>Viele Jahre dabei Will sein kumuliertes Wissen vermitteln</p>
<p><i>«Meine Einsatzorte kenne ich in- und auswändig und ich gebe mein Fachwissen gerne an die Kollegen weiter. Das braucht schon ein bisschen Zeit, bis man weiss wie neue Soft- und Hardware funktioniert, aber man muss halt ausprobieren und testen. Beim Einsatz gehe ich lieber auf Nummer sicher und notiere mir die wichtigen Sachen auf Papier.»</i></p>	

4.6 Entscheidung für eine Situation

Nachdem wir die ersten vier Kontextanalysen durchgeführt hatten, wollten wir unseren Fokus auf eine Situation beschränken. Ein Vergleich der Use-Case-Diagramme hat uns geholfen, die geeigneten Anwendungsfälle bei den jeweiligen Situationen aufzudecken, dieses Kriterium alleine war aber nicht ausreichend als Basis, uns für eine einzige Situation zu entscheiden. Aus diesem Grund formulierten wir zusätzlich folgende Fragestellungen. Die Fragen basieren sowohl auf eigenen Erfahrungen in UCD-Projekten als auch auf den durch Experteninterviews gewonnenen Erkenntnissen (*siehe Kapitel 3.4 Experten-Interviews*). Darüber hinaus ist es uns wichtig, eine Situation zu wählen, in der beide Ad-hoc-Personas miteinander interagieren können.

1. Wie viele der beobachteten Use Cases überschneiden sich mit Anwendungsfällen, die für AR als angemessen erachtet werden?
2. Welche der beobachteten Nutzerbedürfnisse könnte ein Augmented-Reality-System erfüllen?
3. Gibt es externe Faktoren, z.B. extreme Wetterbedingungen oder stundenlange Arbeitseinsätze, die gegen einen Einsatz mit AR sprechen?
4. Welche Verhaltensänderung würde durch ein Augmented-Reality-System bedingt? Können wir das den Benutzern zumuten?
5. Können wir über einen Zeitraum von 3-4 Monaten regelmässig uneingeschränkten Zugang zu Benutzern erhalten?
6. Kann die Situation in einer ‹Laborumgebung› wiederhergestellt werden, sodass brauchbare Testergebnisse geliefert werden? Stellt die Durchführung eines Tests im realen Kontext ein Sicherheitsrisiko dar?

Im Folgenden erklären wir kurz, wieso wir uns für oder gegen eine Situation entschieden haben. Eine ausführliche Dokumentation der Situationen haben wir im Anhang zusammengestellt (*siehe Anhang Kapitel 5, ab Abschnitt 5.2*).

Streckeninspektion: Nein.

Augmented Reality konnte als Option für die Situation «Streckeninspektion» schnell ausgeschlossen werden, da Streckeninspektoren über mehrere Stunden fast ausschliesslich im Freien arbeiten und extremen Wetterbedingungen ausgesetzt sind. Während ein Streckeninspektor, was die «Situationswahrnehmung» betrifft, von einem Augmented-Reality-System theoretisch profitieren könnte (er wüsste z.B., wann sich ein Zug nähert und aus welcher Richtung), würde dies eine einschneidende Verhaltensänderung für ihn bedeuten, denn er ist daran gewöhnt, routinemässig einige hundert Meter voraus zu schauen, dann auf die Gleise in seiner unmittelbaren Umgebung und dann wieder zurück, immer abwechselnd. Des Weiteren setzt er heute bereits «Facetime» für Videokonferenzen ein, um punktuell mit dem Anlageverantwortlichen zu kommunizieren und Entscheidungen abzustimmen. Unser Proband hielt es in Bezug auf Sicherheit zudem für extrem wichtig, Blickkontakt mit den vorbeifahrenden Lokführern aufzunehmen, was z.B. mit einer Datenbrille nicht möglich wäre. Wir hielten es für eine unrealistische Erwartung, dass der Streckeninspektor dieses Verhalten ändern sollte, insbesondere angesichts der Tatsache, dass der ständige Blickwechsel weder von ihm als Pain Point wahrgenommen wird, noch zu Ineffizienzen in dem Prozess beiträgt.

SIOP-B-Prüfung: Nein.

SIOP-B-Prüfer tauschen heute bereits ihr Expertenwissen via Chat untereinander aus und kommunizieren während einer Prüfung per Baufunkgerät mit dem Team im Gleisbereich. Um das Wissen z.B. über unterschiedliche Stellwerkarten auszutauschen benötigen sie kein AR-System. Ein Smartphone, auf dem sie Bilder versenden und chatten können, ist hierfür ausreichend geeignet. Falls ihr Expertenwissen in Zukunft auch für Mitarbeitende im Feld eingesetzt werden sollte, welche kontextabhängige Fragen haben und für die es einen Mehrwert bieten würde, eine Kommunikation per Livestream durchzuführen, wäre die Technologie hilfreich. Die Prüfungen sind sicherheitsrelevant und zeitkritisch. Wenn die Prüfer und Begutachter im Gleisbereich z.B. ein Head-Mounted-System wie eine Datenbrille tragen würden, um mit dem Prüfer am Desktop zu kommunizieren (statt mit dem Baufunkgerät), müsste das Sichtfeld ausreichend sein, um die Sicherheit zu gewährleisten. Des Weiteren müsste das System auch unterschiedlichen Witterungsbedingungen standhalten, weil nicht immer gewährleistet ist, dass der Arbeitsort überdacht ist. Es kann angenommen werden, dass ein AR-System den Arbeitsprozess nicht optimieren würde. Ausschlaggebend war für uns auch, dass die Situation nicht leicht nachgestellt werden kann, was den weiteren Fortschritt bzgl. Benutzertests im Rahmen der Masterarbeit beeinträchtigt hätte.

Helpdesk-Unterstützung Lokführer: Nein.

Mitarbeitende beim Helpdesk für Lokführer arbeiten zu ca. 50% als Helpdesk-Supporter und zu ca. 50% als Lokführer. Wir haben eine Kontextanalyse beim Support durchgeführt und Einblicke in die aktuellen Arbeitsprozesse erhalten. Im Lokführer-Tool stehen den Helpdesk-Mitarbeitern Pläne und Fotos zu Schaltungen für den jeweiligen Fahrzeugtyp zur Verfügung. Bei einem Störfall rufen die Lokführer an und der Helpdesk-Mitarbeiter greift bei Bedarf auf das Tool zu, um Spezifikationen abzurufen und Hilfestellung per

Telefon durchzugeben. Hier – so unsere Annahme – würde ein AR-System mit Remote-Expert-Funktion potenziell Unterstützung bieten. Wir haben jedoch keine Kontextanalyse bei den Lokführern durchgeführt und können keine valide Aussage zu den Bedürfnissen dieser Benutzergruppe treffen. Wir hätten bei den Zugfahrten dabei sein und auf eine eintretende Störung am Rollmaterial hoffen müssen. Die Kontextanalysen bei Lokführern waren aus Projektsicht schwierig durchführbar und die Situation kann nicht leicht nachgeahmt werden. Aufgrund dieser Ausgangslage verbunden mit der Frage zum Mehrwert der Technologie für Lokführer haben wir uns gegen eine Vertiefung in diesem Kontext entschieden.

Netzwerk- und Elektroinstallationen: Ja.

Zusätzlich zu unserer geplanten Situation «Netzwerk- und Elektroinstallationen» lernten wir bei unserer ersten Kontextanalyse weitere Situationen kennen, in denen ein Augmented-Reality-System auch zum Einsatz kommen könnte. Bezüglich Use Cases bestand eine hohe Übereinstimmung zwischen den AR-Anwendungsfällen und den Nutzerbedürfnissen. Ein häufiger Wissensaustausch unter Fachspezialisten ist z.B. notwendig und erwünscht. Das Team ist für mehrere Bahnhöfe in der Zentralschweiz verantwortlich, was dazu führt, dass der Fachspezialist nicht immer dort vor Ort sein kann, wo sein Fachwissen gerade gefragt ist. Zudem gibt es viel Bedarf an kontextabhängigen Informationen, die aktuell z.B. in Schemen und Ortsplänen enthalten sind. Derzeit wird dadurch ein ständiger Medienwechsel verursacht. Aus Projektsicht hatten wir ausserdem gut Zugang zu den Mitarbeitern am Bahnhof Luzern, die sich die Zeit etwas flexibel einteilen konnten.

4.7 Kontextanalyse 2. Runde

Unsere erste Kontextanalyse im Stellwerk und am Bahnhof Luzern hat uns einen Einblick in alle Tätigkeiten von Netzwerkspezialisten und Elektromonteuren gegeben, was als Ausgangslage für eine weitere Kontextanalyse diente. In der 2. Runde haben wir vertieft beobachten können, wie ein Piketteinsatz bei Netzwerkspezialisten durchgeführt wird. Dabei konnten wir den Fokus auf die detaillierten Arbeitsschritte in einem Fachbereich legen und den Scope an Anwendungsfällen auf einen «Piketteinsatz» minimieren. Mitarbeitende im Fachbereich Elektroanlagen haben wir bewusst ausgeklammert, weil diese mit anderen Tools arbeiten und Störungen im Bereich Elektro beheben.

Um die einzelnen Arbeitsschritte besser zu verstehen, haben wir ein Storyboard der IST-Situation erarbeitet, in dem dokumentiert wird, welche Schritte notwendig sind, um eine Störung wie z.B. einen LED-Licht-Unterbruch bei einem Glasfaserkabel auf einem **Zuganzeigemodul (ZAM)** zu diagnostizieren und die Reparatur einzuleiten. Aus dem Storyboard haben wir wiederum Ad-hoc-Personas, Journey Maps und das SOLL-Szenario abgeleitet.

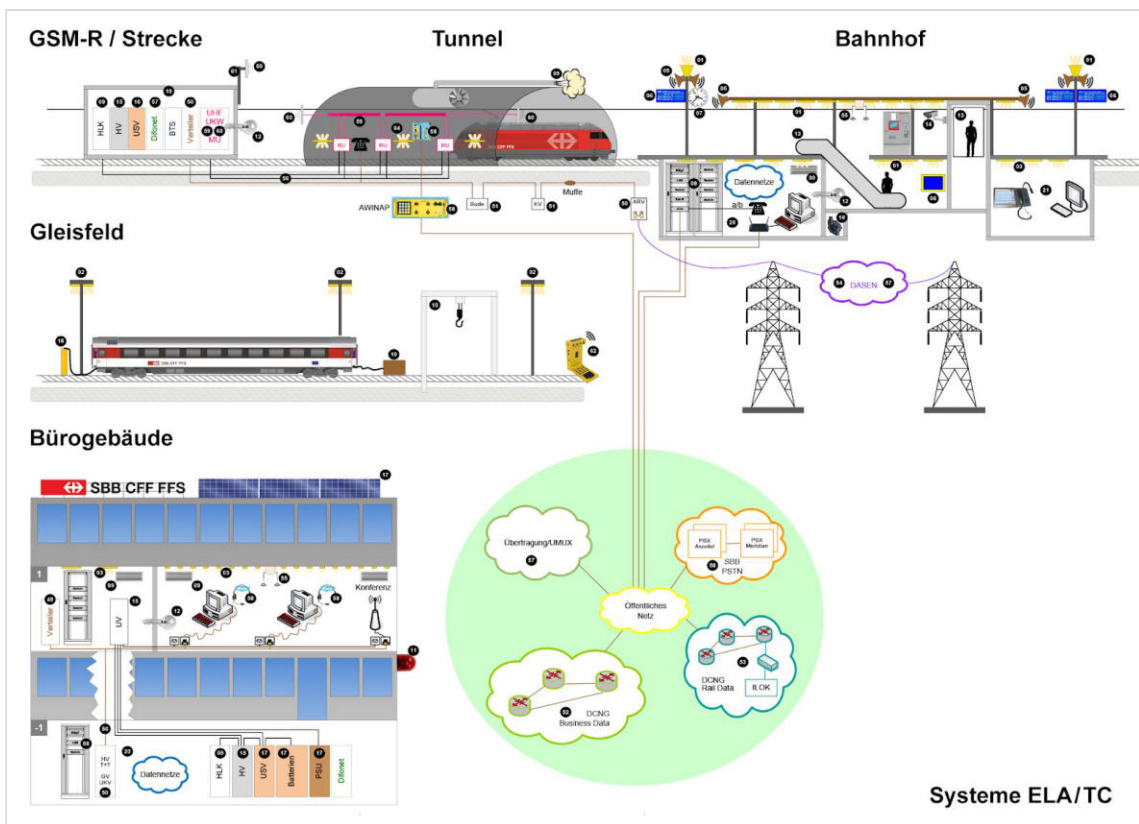
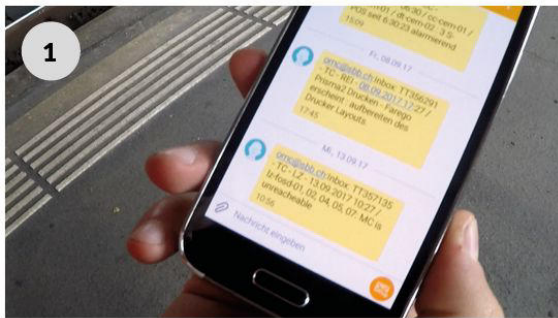


Abb. 16: Überblick über die Einsatzorte von Mitarbeitenden bei Telecom und Elektroanlagen, die am Bahnhof, im Gleisfeld, im Tunnel, auf der Strecke und in Bürogebäuden schweizweit tätig sind.

Ein wichtiger Aspekt ist für uns, dass die Situation auf andere Standorte der SBB übertragbar ist und wir keine massgeschneiderte Lösung für Luzern entwickeln. In einer vorgängigen Evaluation für eine vertiefte Kontextanalyse haben wir recherchiert, dass aufgrund von unterschiedlichen Anlagen nicht alle Arbeiten, die wir in der ersten Runde in Luzern beobachtet haben, an allen Standorten schweizweit identisch durchgeführt werden können. Mit der Auswahl des Piketteinsatzes zur Störungsbehebung am ZAM können wir dieses Risiko ausschliessen, weil Zuganzeigemodule an allen Bahnhöfen installiert sind.

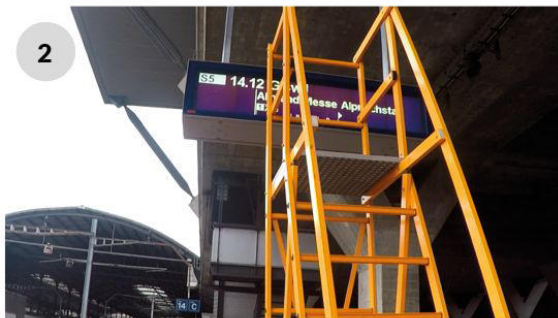
Foto-Storyboard IST-Situation

Auftrag entgegennehmen



1
SMS via Smartphone / Meldung auf Pager vom
Operation Management Center (OMC)

ZAM prüfen



2
Arbeitsmittel beschaffen: Hebebühne oder Leiter



3
ZAM aufschliessen Frontansicht



4
ZAM aufschliessen Detailansicht



5
ZAM Glasabdeckung öffnen

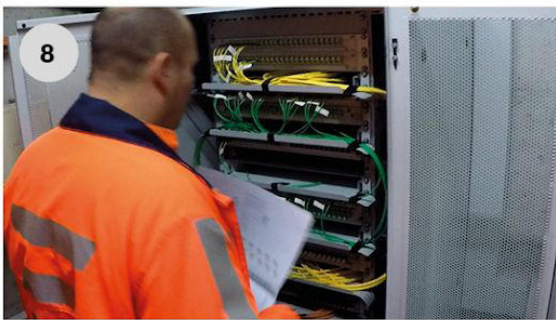


LED-Anzeige öffnen (Klappe)

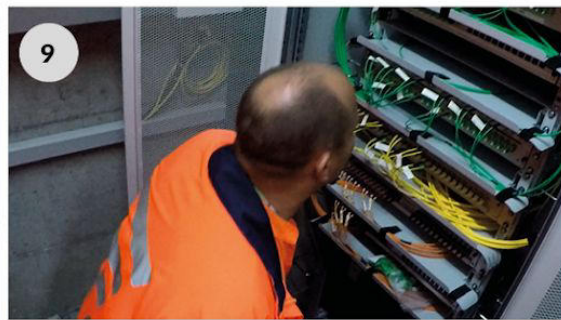


Kabel zu ODF (Optical Distribution Frame)
zum Technischen Raum 1

Prüfung der Verbindung im Technischen Raum 1



Technischer Raum mit Verteilerschrank ODF



MA sucht ZAM Kabel-Nr. LZ6202, Gleis 3, Nord



MA findet Kabel für Eingang ZAM Kabel-Nr. LZ6202,
Gleis 3, Nord

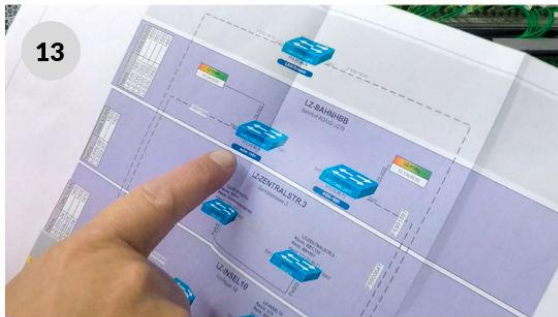


MA findet Kabel für Ausgang ZAM Kabel-Nr. LZ6202,
Gleis 3, Nord



Ausgang LZ 6011, Info für Technischen Raum 2 im UG

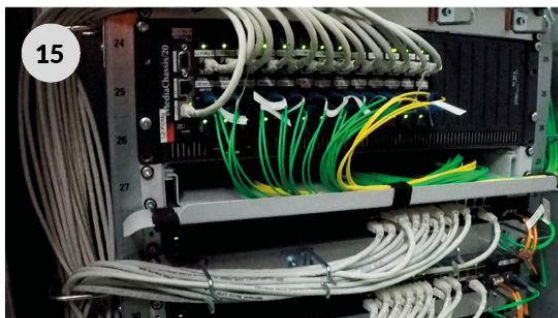
Prüfung der Verbindung im Technischen Raum 2



MA studiert Visio-Zeichnung mit Rauminfo U279



MA studiert Schema von Switch-Verteilung



Switch kontrollieren



LIM-Karte kontrollieren



MA studiert Visio-Zeichnung für Chassis Switches, Konverter

Reparatur

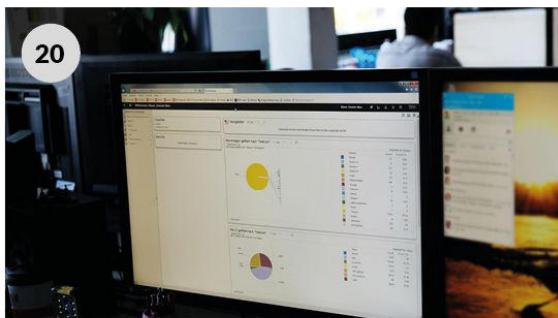


Szenario 1: Reparatur im Technischen Raum 1



Szenario 2: Reparatur im Technischen Raum 2

Nachbearbeitung



Bei Bedarf am Büroplatz (Desktop) Ersatzteil bestellen, Protokoll zum Auftrag verfassen und Zeiterfassung eingeben

Die einzelnen Arbeitsschritte aus der 1. und 2. Kontextanalyse haben wir im Vorfeld mit unserem Stakeholder, dem Teamleiter von Telecom am Standort Luzern, validiert, um darauf aufbauen zu können und um sicherzustellen, dass wir die Komplexität der Domäne korrekt verstanden haben.

Die IST-Situation beschreibt den gegenwärtigen Arbeitsprozess bei einem Piketteinsatz im Störfall und dient uns als Blaupause für die User Journeys. Wir haben die Form eines Foto-Storyboards gewählt. «Mit Hilfe von Storyboards können einzelne Szenarien illustriert und die Umstände der Verwendung des Systems detailliert beschrieben werden.»⁵⁴

Anhand dieser Methode können wir z.B. aufzeigen, in welchem Umfeld unsere modellierten Ad-hoc-Personas David und Ruedi agieren, welche Arbeitsschritte mit welchen Hilfsmitteln notwendig sind, um die Ziele zu erreichen, und ob David und Ruedi häufig unterbrochen werden beim Erledigen der Aufgaben. Auch die Komplexität der Aufgabe und das zu erwartende Endergebnis werden visuell sichtbar gemacht und führen zu einem gemeinsamen Verständnis der IST-Situation im Team.

⁵⁴ Landay, J., Myers, B. (1996). Sketching storyboards to illustrate interface behaviors. CHI '96 Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM. S. 193-194

Analyse der IST-Situation



Abb. 17: Die User Journey in der Entstehung

Im weiteren Verlauf wollten wir die relevanten Aspekte bezüglich Benutzern, ihren Aufgaben und ihrem Umfeld analysieren und dabei evaluieren, wo Verbesserungspotential besteht und was einen optimierten Arbeitsprozess ausmacht. Nach einem aufschlussreichen Ganztagesworkshop mit Kim Goodwin zum Thema User Journeys und Szenarien haben wir uns dafür entschieden, das neu gewonnene Wissen auf die aktuelle Arbeit anzuwenden.

User Journey Map

Gewiss, Kim Goodwin hat User Journey Maps nicht erfunden, aber ihre Methode verfolgt bewusst einen Ansatz, der nicht nur «glänzende Artefakte» erzeugen, sondern vielmehr Lösungen, die positiv überraschen, erarbeiten soll:

«In my experience, teams that are using journey maps well are doing three things: they structure the journey map in a way that makes problems visible, that helps the team see how to fix the problems, and they're helping the team identify new opportunities and figure out how to deliver something that's unexpectedly good»⁵⁵

⁵⁵ Goodwin, K. (2015). It's the Journey, Not the Destination. From Business to Buttons Conference, Stockholm, 21. April 2015. Videoaufnahme: 6:01 Min.

In ihrem Workshop hat Goodwin eine Methode beschrieben, um den IST-Zustand eines Systems zu evaluieren und das künftige optimierte System neu in einem SOLL-Szenario auszumalen, das Benutzern einen wirklichen Mehrwert bietet. Folgende Hauptbausteine werden durch primäre Recherche erhoben:⁵⁶

1. Überblick über die Situationen. Situationen sind eine Gruppe von Anwendungsfällen, die alle Tätigkeiten abdecken, die zu einer Aufgabe gehören. Eine Situation kann deshalb mehrere Kontextwechsel umfassen.⁵⁷
2. Die Reise-Etappen: die zur Situation gehörenden Schritte und deren Abfolge
3. Das Wie, die Ziele und Gefühle: Anhand von welchen Hilfsmitteln erledigen Benutzer welche Aufgaben? Welche Ziele verfolgen sie damit? Wie fühlen sie sich derzeit dabei?

Um ein besseres Verständnis der gesamtheitlichen Situation zu ermöglichen, werden die obigen Aspekte pro Situation in einer Matrix abgebildet, die wiederum systematisch nach Pain Points und Opportunity Areas untersucht werden kann. Die gesamte Visualisierung macht eine Journey Map aus.



Abb. 18: Die fertige User Journey Map für die Situation «Anzeigetafel reparieren» anhand von zwei Personas, David (a.) und Ruedi (b.) siehe Anhang Abschnitt 7.1 Journey Map

⁵⁶ Vgl. Goodwin, K.: Designing with Scenarios and Storyboards. Ganztagesworkshop, Frontend Conference Zurich, 30. August 2017. Handout (auf Anfrage), PDF S. 31

⁵⁷ Vgl. Goodwin, K.: Designing with Scenarios and Storyboards. Ganztagesworkshop, Frontend Conference Zurich, 30. August 2017. Handout (auf Anfrage), PDF S. 19, 31, 33

Pain Points & Opportunity Areas

Personas fungieren laut Goodwin als Hebel bei der Umwandlung von dem IST- auf den SOLL-Zustand.⁵⁸ In diesem Sinne haben wir die Situation «Piketteinsatz: Störung beheben» Schritt für Schritt mit unseren beiden Ad-hoc-Personas David und Ruedi durchgespielt und ihre dabei beobachteten Gründe, Ziele und Gefühle aus der Kontextanalyse entsprechend notiert. Anhand der User Journey Map haben wir für beide Personas einige Pain Points ausfindig gemacht, die wir direkt als Anmerkung auf der Journey Map markiert und hinterher in einer Tabelle dokumentiert haben (siehe Anhang Abschnitt 7.1 Journey Map). Die Pain Points liessen sich gut in zwei Gruppen aufteilen. Gruppe A besteht aus Problemen, die eher mit Unzulänglichkeiten bei der effektiven Arbeit zu tun haben und mit dem neuen System behoben werden sollten. Gruppe B hat überwiegend mit Prozessschwächen insbesondere im Hinblick auf Medienbrüche zu tun, bei denen wir vor allem Potenzial sehen, den Prozess im Sinne des Work-Reengineering zu optimieren. Dies und weitere Opportunity Areas haben wir anschliessend identifiziert und daraus das SOLL-Szenario und die How-might-we-Fragen abgeleitet.

ID	Pain Point	Opportunity Area
A	<i>Gut wäre es, folgende Probleme zu beheben...</i>	
A1	Schemazeichnungen, Ortspläne etc. stehen zur Zeit auf dem «Filer» bzw. im «eSpace» nur teilweise und mit variabler Aktualität zur Verfügung. Die Filer-Struktur ist nicht selbsterklärend. Anfänger brauchen Zeit, um sie kennenzulernen.	Effizienz steigern, Dauer der Tätigkeiten verkürzen, kognitive Belastung reduzieren
A2	Teilweise fehlt das nötige Fachwissen, z.B. wenn der erste Arbeiter vor Ort ein Elektromonteur ist, der prompt feststellt, dass das Problem mit der Netzwerkverbindung zu tun hat. Heute geht Zeit verloren, weil der Netzwerk-Kollege zum Einsatzort bestellt werden muss.	Wissenstransfer erhöhen, ortsunabhängige Einsätze ermöglichen
A3	(Neue) Kollegen sind nicht zu 100% mit den Einsatzorten vertraut. Sie müssten wissen, wo sich Technikräume befinden, wie sie sich sicher im Gleisbereich bewegen können etc.	Wissenstransfer und Sicherheit erhöhen
A4	Der Benutzer muss häufig zuerst ins Büro, um Schemen, Pläne, VISIO-Zeichnungen auszudrucken. Er kann nicht gleichzeitig die Zeichnung und die Kabel im Schrank studieren.	Interaktion komfortabel gestalten, «die Dinge dort projizieren wo sie sind» (Unsichtbares sichtbar machen)
A5	Benutzer müssen mit den Händen arbeiten. Derzeit sichten sie Schemen etc. in Papierform bzw. haben sie auf dem Laptop als Referenz zur Verfügung. Das erfordert, dass sie die Arbeit unterbrechen müssen.	Effizienz steigern: Dauer der Tätigkeiten kürzen, kognitive Belastung reduzieren

⁵⁸ e.b.d S. 54-5, 96

A6	Erfahrene Kollegen geben gerne ihr Wissen weiter (kein Pain Point per se – eher eine Opportunity Area)	Wissensaustausch fördern, Teamgeist steigern, Polyvalenz erhöhen bei Kollegen
A7	Tätigkeiten werden teilweise an nicht überdachten Orten ausgeführt. Mitarbeiter sind extremer Hitze, Kälte und Nässe regelmässig ausgesetzt. Nicht-wetterbeständige Hilfsmittel sind unter solchen Umständen schlecht zu lesen/bedienen	Robuste und witterungsbeständige Geräte verkürzen den Einsatz durch Unterstützung im Kontext
B	Wenn wir folgende Probleme lösen, wären Benutzer positiv überrascht...	
B1	Zur Zeit können Mitarbeiter das Trouble-Ticket nur entweder am PC oder per Telefon bestätigen	Medienbrüche vermeiden, Effizienz steigern: Dauer der Einsätze verkürzen
B2	Heute müssen Mitarbeiter prüfen, ob die zu ersetzende Komponente vorrätig ist und diese in jedem Fall nachbestellen sowie das Versandetikett vorbereiten	Unsichtbares sichtbar machen, Automatisierung der Arbeitsschritte, Medienbrüche vermeiden
B3	Fast jeder Aspekt der Nachbearbeitung erfolgt in einer unterschiedlichen Anwendung, was zu Ineffizienzen im Arbeitsprozess führt	Medienbrüche vermeiden

Typischerweise würden pro Persona zwei bis drei Journeys erarbeitet. Aus Zeitgründen konnten wir im Rahmen dieser Arbeit nur eine Situation vertieft betrachten. Mögliche zusätzliche Situationen wären z.B.: «IP-basierte Infrastruktur neu installieren» oder «Displays und PC-Zubehör an Arbeitsplätzen reparieren» (*siehe Anhang Abschnitt 5.3.2 Use-Case-Diagramm*).

Das SOLL-Szenario

Alan Cooper, der das Konzept von Personas als Verhaltensmodell popularisierte, schreibt: «Geschichten zu erzählen, ist eine der ältesten menschlichen Aktivitäten. Es wurde viel über die Wirksamkeit von Geschichten geschrieben, um Ideen zu kommunizieren. [...] Geschichten sind eine unglaublich effiziente Methode, um uns eine neue und bessere Zukunft für unsere User vorzustellen.»⁵⁹

In ähnlicher Weise empfiehlt uns Goodwin, das SOLL-Szenario einer «genialen» Lösung zu formulieren:⁶⁰ Basierend auf demselben wird ein Storyboard als erster Schritt zur Entwicklung von Abläufen und zur Gestaltung des User Interfaces entworfen. Des Weiteren nutzen wir unser SOLL-Szenario als Grundlage für die Testszenarien, mit denen wir unsere Konzepte in der Deliver-Phase validieren.

⁵⁹ Cooper A., Reimann R., Cronin D. (2010). About Face – Interface und Interaction Design. Frechen: mitp. S. 129

⁶⁰ Goodwin, K. (2017). Designing with Scenarios and Storyboards. Ganztagesworkshop, Frontend Conference Zurich, 30. August 2017. Handout (auf Anfrage), PDF S. 57

How-might-we-Fragen

Anhand der Pain Points und Opportunity Areas haben wir die Probleme mit dem bestehenden System erkannt und Optimierungspotential ausgelotet. Nun werden wir relevante Lösungsvorschläge erarbeiten, die eine Veränderung in diesem Sinne konkret bewirken könnten. How-might-we-Fragen sind eine Methode aus dem Design Thinking, die von IDEO populär gemacht und als Methodenkarte in ihrem Online-Design-Kit präsentiert worden sind. «How-might-we-Fragen beschreiben eine Aufgabenstellung zur Ideenfindung in Form einer Frage: Wie könnten wir ein Problem überwinden? Aus einer Opportunity Area können wir häufig mehrere solcher How-might-we-Fragen ableiten.»⁶¹

In der folgende Tabelle sind unsere How-might-we-Fragen aufgeführt. Ein ausführliches Datenprotokoll, wo das Verhältnis zwischen Pain Points, Opportunity Areas und How-might-we-Fragen klar ersichtlich wird, befindet sich im Anhang Abschnitt [7.2 Analyse IST-Zustand](#).

ID	Wie könnten wir...
A1	Benutzer darin unterstützen, dem Auftrag entsprechende Schemen, Pläne und VISIO-Zeichnungen leicht zu finden?
A2	fehlendes Fachwissen bzw. fehlendes Wissen zum Arbeitsablauf in Echtzeit ergänzen?
A3	fehlendes Wissen bzgl. Orientierung am Bahnhof ergänzen?
A4	den Abruf von Schemen etc. über den Arbeitsprozess hinweg komfortabler gestalten?
A5	den Abruf von Schemen etc. hands-free gestalten?
A6	den kollegialen Austausch fördern?
A7	die Lösung für unterschiedliche Witterungsbedingungen optimal gestalten?
B1	den Benutzern einen Weg bieten, den Auftrag zu bestätigen, ohne zurückrufen zu müssen?
B2	die Information, ob die zu ersetzende Komponente aus dem Inventar vorrätig ist oder bestellt werden muss, leichter zugänglich machen?
B3	die Prozesse zur Nachbearbeitung ohne Medienbrüche gestalten?

4.8 Präzisierung der Problemstellung

Unser erstes Problem Statement basierte auf Annahmen der Stakeholder (*siehe Abschnitt [4.3 Erste Problemstellung](#)*). Um sicherzustellen, dass wir kein verzerrtes Bild der

⁶¹ Steimle, T., Wallach, D. (2018). Collaborative UX Design: Lean UX und Design Thinking: Teambasierte Entwicklung menschenzentrierter Produkte. Heidelberg: dPunkt, S. 96

Problemstellung wahrnehmen, weil diese bisher auf Basis einer Quelle beschrieben wurde, konnten wir das Problem auf Grundlage der Erkenntnisse aus der vertieften Kontextanalyse und der User Journey Map unter Einbezug der Bedürfnisse der Benutzer präzisieren und schärfen. Das erste Problem Statement basierte auf einer hohen Flughöhe und fokussierte verschiedene Kontexte und Benutzerrollen aus Unternehmenssicht. In der Präzisierung grenzen wir die Problemstellung nun ein und fokussieren uns auf einen Fachbereich mit zwei Ad-hoc-Personas. Andernfalls würden wir Gefahr laufen den Scope zu breit zu öffnen und in eine überbordende Analysesituation von vielfältigen Problemstellungen von unterschiedlichen Situationen und deren Benutzerrollen und Aufgaben zu geraten. Dieses Projektrisiko (*siehe Abschnitt 2.4. Projekt- und Produktrisiken*) haben wir durch dieses Vorgehen bewusst reduziert.

Der Ansatz der Lean-UX-Methode hat uns hier wertvolle Hinweise zum Vorgehen geliefert: «Während Sie und Ihr Team Feedback von verschiedenen Quellen sammeln und versuchen, die neu gewonnenen Erkenntnisse zu synthetisieren, werden Sie unweigerlich auch mit widersprüchlichen Daten konfrontiert sein. [...] Achten Sie bei der Auswertung Ihrer Recherchen auf Muster in den Daten. Solche Muster decken mehrere Instanzen der Usermeinungen auf, die weitreichender zu erkundende Elemente repräsentieren.»⁶² Die Mustererkennung hat sich während der Erstellung und Auswertung in der Matrix der User Journey Map manifestiert, die uns eine gesamtheitliche Sicht der Situation mit Pain Points und Opportunity Areas aufgezeigt hat. Auf Grundlage der Erweiterung unserer Annahmen aus Unternehmens- und Benutzersicht können wir ein präzisiertes Problem Statement formulieren:

«Unsere Software-Lösungen zur Störungsbehebung bietet Netzwerkspezialisten die Möglichkeit Pikettaufträge entgegenzunehmen, Störungen und Schäden an Infrastrukturanlagen im Fachbereich Telecom zu kontrollieren, zu erfassen sowie rückzumelden. Darüberhinaus wird die Nachbestellung von Material und das Abrufen von Schemen, Plänen und Zeichnungen für Telecom-Komponenten realisiert. Mithilfe der Dienste können die Störungsbehebung innerhalb von Anlagen bei Telecom gewährleistet werden. Wir haben festgestellt, dass der Zugang zu den benötigten Daten und die Arbeitsprozesse aufgrund von Medienbrüchen und unterschiedlichen Systemen gegenwärtig ineffizient sind. Wie könnten wir die Effizienz durch eine benutzerfreundliche Augmented-Reality-Anwendung dahingehend verbessern, dass die Netzwerkspezialisten einen durchgängigen Zugang zu Inventar- und Zustandsdaten in Echtzeit sowie Hilfsmittel wie Schemen etc. sowie Unterstützung zur Orientierung vor Ort am Einsatzort erhalten, ihre Tätigkeiten effektiv durchführen können und von Experten mit Fachwissen ortsunabhängig unterstützt werden?»

⁶² Gothelf, J., Seiden, J. (2015). Lean UX: Mit der Lean-Methode zu besserer User Experience. Frechen: MITP Verlags GmbH & Co. KG. Kapitel 6.5.1 (E-Book)

4.9 Sachreflexion

Unsere Reflexion zur Methodenauswahl, zur Durchführung und zu unseren Zielen innerhalb der Phasen Discover und Define haben wir im Anhang dokumentiert (*siehe Anhang Abschnitt 12.1 Sachreflexion: Discover & Define*).

5 Das Problem richtig lösen



Die erarbeitete Präzisierung der Problemstellung dient uns als Ausgangslage, um das eigentliche Problem konkret anzugehen und einen Lösungsansatz zu entwickeln. Nun beginnen wir mit der praktischen Umsetzung, entwickeln Lösungsideen per Sketching, beschäftigen uns mit konzeptionellen Fragen, mit möglichen Patterns im dreidimensionalen Raum und verdichten unsere Annahmen zu Hypothesen, um das Problem richtig zu lösen. Unter diesen Voraussetzungen können wir zwei Konzepte für Prototypen erarbeiten, diese mit Benutzern im Usability Walkthrough validieren und neue Erkenntnisse für den Lösungsansatz gewinnen. Darüber hinaus werfen wir einen vertieften Blick auf die Software- und Hardware-Ergonomie von unterschiedlichen Datenbrillen und führen einen vergleichenden Test zum Tragekomfort durch. Das Kapitel endet mit einem Rückblick auf unsere Hypothesen und einer Sachreflexion.

5.1 Ziele und Methoden

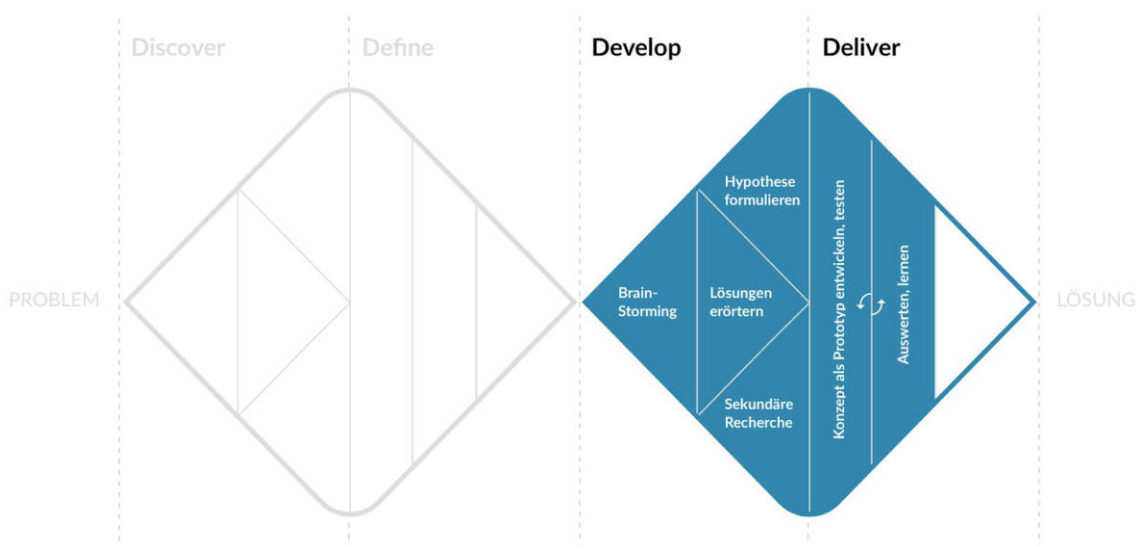


Abb. 19: Die im Kapitel 5 behandelten Aspekte des Double-Diamond

Unser Ziel zu Beginn der zweiten Hälfte des Double-Diamond-Vorgehens war zweigleisig: Zum einen wollten wir mögliche Lösungsansätze im Hinblick auf die identifizierten Probleme und Chancen generieren, zum anderen wollten wir Hypothesen formulieren, die als Prototyp gebaut und mit Anwendern validiert werden konnten. Um Ersteres zu erreichen, haben wir Methoden zur Ideenfindung aus IDEOs Human Centered Design Kit zur Anwendung gebracht, einschliesslich How-might-we-Fragen, Brainstorming und Bündelung von Ideen. Der Ansatz aus dem Lean UX hat uns ergänzend geholfen, Hypothesen zu formulieren und zu identifizieren, welche Ergebnisse eintreffen müssten, um die Hypothesen zu bestätigen. Nach der Develop-Phase haben wir in der Deliver-Phase zwei Konzepte skizziert, als Prototypen entwickelt und in einem Usability Walkthrough getestet. In einer zweiten Iteration haben wir unseren Fokus erneut in Form eines Usability Walkthroughs auf die Hardware-Ergonomie verschoben. Die Validierungen mit Benutzern gaben uns wichtige Rückmeldungen für die Weiterentwicklung des Konzepts, die wir im Kapitel [6 Ausblick](#) zusammengefasst haben.

Brainstorming Lösungsideen

In diesem Projekt haben wir uns als UX Designer auf eine grüne Wiese begeben. Beide Projektmitglieder hatten vorher keine Erfahrung mit der Entwicklung von Augmented-Reality-Systemen. Nicht zuletzt aus diesem Grund waren unterschiedliche Denkansätze gefragt, um nicht nur eine, sondern viele alternative Lösungen für das gleiche Problem zu finden. Steimle und Wallach schreiben in ihrem Buch *Collaborative UX Design* dazu: «Die Gestaltung einer neuen Applikation ist ein kreativer Akt. Diesem sollte ein tiefes Verständnis für die Problemsituation und eine große Offenheit gegenüber neuen, innovativen Ideen zugrunde liegen. Zur effizienten Erarbeitung solcher Ideen brauchen wir über traditionelle Brainstormings hinausgehende Methoden.»⁶³

Die im Kapitel vier bereits beschriebenen How-might-we-Fragen fungierten als Sprungbrett in das Brainstorming für Lösungen innerhalb der identifizierten Opportunity Areas. Mehrere mögliche Antworten haben wir auf die Fragen gefunden, die wir in Google Slides parallel notiert haben (siehe Anhang Abschnitt 8 *Brainstorming*).

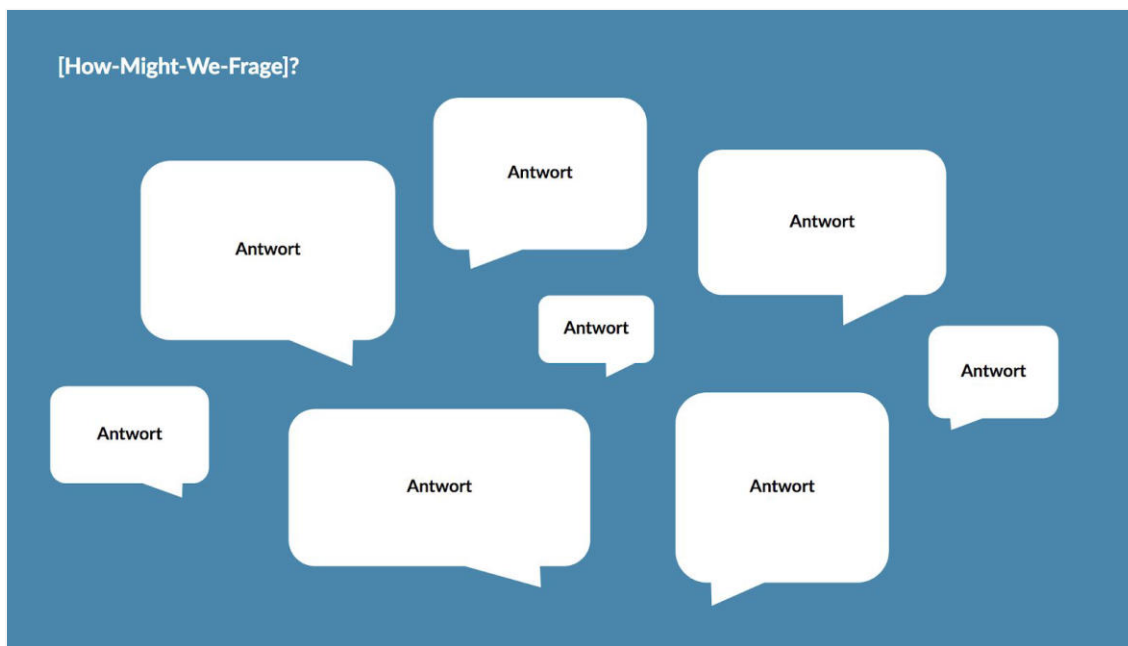


Abb. 20: Kollaboratives Brainstorming in Google Slides mithilfe von How-might-we-Fragen

Nachdem wir einige Ideen generiert hatten, haben wir uns darüber Gedanken gemacht, wie sich die von uns bevorzugten Ideen zu einem komplexeren System verbinden liessen. Dieses Vorgehen entspricht dem sogenannten «Bundling» aus dem IDEO Design Toolkit, wobei wir den Gedankengang nicht explizit als Schritt dokumentiert haben. Das Resultat erfährt man anhand der ersten Konzeptskizzen, auf die wir unter Punkt 5.2 *Sketching und Variantenexploration* detailliert eingehen.

⁶³ Steimle, T., Wallach, D. (2018). *Collaborative UX Design: Lean UX und Design Thinking: Teambasierte Entwicklung menschenzentrierter Produkte*. Heidelberg: dPunkt, S. 92

5.2 Iteration 1: Interaktionskonzepte

Recherche zu Game Design Patterns

Bevor wir mit dem Skizzieren begonnen haben, suchten wir Inspiration aus verwandten Bereichen des Designs. Im Gespräch mit verschiedenen Experten haben wir erfahren, dass Game Design Patterns in Augmented-Reality-Systemen Anwendung finden können. Gelernt haben wir zum Beispiel von Ines Lindner, die zuvor dreieinhalb Jahre beim Video Game Developer Bigpoint gearbeitet hat, dass Game Designer sich oft mit Fragen beschäftigen, die auch für Augmented Reality relevant sind.⁶⁴ Unsere Recherche zum Thema Game Design Patterns hat Aspekte aufgedeckt, die uns Impulse für die Konzeption gegeben haben. Insbesondere nahmen wir Bezug auf Patterns zu Spielablauf, Verwaltung von Aufgaben, Orientierung, Navigation, Affordances und Sprachsteuerung, welche wir im Folgenden kurz erläutern.

Spielablauf

In einem linearen Spielablauf absolvieren Spieler Herausforderungen in einer festgelegten Reihenfolge. Sie können nicht zur nächsten Herausforderung weitergehen, bevor sie die aktuelle abgeschlossen haben. Es müssen also bestimmte Interaktionen durchgeführt werden, um die Geschichte voranzubringen. Die Entwicklung von linearen Geschichten kostet weniger Zeit und Geld, da es nur eine einzige mögliche Abfolge von Ereignissen gibt und keine wichtigen Entscheidungen, die sich das System merken muss.

Im nichtlinearen Gameplay wird den Spielern eine Reihe von Herausforderungen präsentiert, die sie in einer unbestimmten Reihenfolge erfüllen können. Jeder Spieler begegnet verschiedenen Herausforderungen und entscheidet, welche davon er annehmen möchte.⁶⁵ Nichtlineare Spiele geben dem Spieler mehr Freiheit, aber es ist möglich, dass Spieler das Gefühl bekommen, den «vollen Wert» des gesamten Spielinhalts zu verpassen.⁶⁶

Verwaltung von Aufgaben

Der Zweck eines «Quest-Menüs» (einer Aufgabenliste) besteht darin, die aktuellen Ziele anzuzeigen, die während des Spiels verfolgt werden können. Quest-Menüs enthalten oft zusätzliche Informationen wie z.B. die Hintergrundgeschichte einer Quest, eine Beschreibung der aktuellen Ziele oder welche Belohnungen zu erwarten sind, wenn die Quest erfolgreich abgeschlossen ist.⁶⁷

⁶⁴ Vgl. Experten-Interview mit Ines Lindner. Transkript im Anhang.

⁶⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Nonlinear_gameplay, Stand 7.10.2017

⁶⁶ Rollings, A.; Ernest A. (2006). *Fundamentals of Game Design*. Upper Saddle River: Prentice Hall. S. 194–204

⁶⁷ <http://gameuipatterns.com/gameui/quest-menu/>, Stand 7.10.2017

Orientierung und Navigation

Ein sogenannter <Checkpoint> ist der Punkt, an den ein Spieler zurückkehrt, wenn er nach dem <Game Over> bzw. einer Pause das Spiel erneut startet. Sichtbare Checkpoints, welche durch Marker gekennzeichnet sind, zeigen einem Spieler an, dass sein bisheriger Fortschritt automatisch gespeichert wird. Wenn sich die Marker nicht im Sichtfeld des Spielers befinden, erscheint ein Pfeil, der ihn zum Marker lenkt.⁶⁸

Ein typisches Spiel hat eine sogenannte <Mini-Map>, eine Art Vogelperspektive der Welt, die den Ort anzeigt, an dem sich der Spieler befindet, und verdeutlicht, wohin man von hier aus gehen kann oder muss. Die Mini-Map ist fast immer diskret in einer Ecke des Sichtfeldes platziert. In einem nichtlinearen Spiel können Mini-Maps ihr Aussehen automatisch je nach Spielkontext ändern. In dem Spiel <Far Cry> zum Beispiel wird dem Spieler, wenn er im Freien ist, die einfachsten aller möglichen Routen zu seinem Ziel präsentiert.⁶⁹

Eine Strategie für eine grössere Welt besteht darin, sie in kleinere Levels zu unterteilen. Virtuelle Barrieren beschränken die Karte auf für die Navigation verdauliche Häppchen.⁷⁰ Die Karte funktioniert in einem solchen Fall so ähnlich wie eine <Schnitzeljagd>.

Affordances

In einem nichtlinearen Spiel wird der Spieler mit sehr wenig Anleitung in die Welt des Spiels versetzt und darf diese in seinem eigenen Tempo frei erkunden. Spielentwickler nutzen Affordances, um den Benutzer zu interessanten Punkten zu lenken. In *Zelda: Breath of the Wild* funkeln zum Beispiel Gegenstände, die der Spieler aufheben kann, was selbst aus einer gewissen Entfernung sichtbar ist.

«Breath of the Wild [...] employs a range of quiet, clever techniques designed to help players navigate the environment. Rather than a daunting and intimidating unknown, the world is a series of breadcrumb trails ready to be discovered and followed.»⁷¹

Sprachsteuerung

Im Spiel *Tom Clancy's Endwar* wird der Spieler am Anfang durch einem <Sprachbefehls-Trainer> angewiesen, den Auslöser auf der Konsole als <Push-to-Talk>-Knopf zu verwenden. Spieler müssen ein Stimmprofil erstellen, um die Spracherkennung zu kalibrieren. Die Befehlsstruktur wird dabei erläutert.⁷²

⁶⁸ <http://gameuipatterns.com/gameui/saving-screen/>, Stand 7.10.2017

⁶⁹ <http://gameuipatterns.com/gameui/mini-map/>, Stand 7.10.2017

⁷⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Mini-map#Automap>, Stand 7.10.2017

⁷¹

<https://www.theguardian.com/technology/2017/may/30/the-legend-of-zelda-breath-of-the-wild-nintendo-game-design-open-world-player-explore>, Stand 9.1.2018

⁷² https://en.wikipedia.org/wiki/Tom_Clancy%27s_EndWar, Stand 27.10.2017

Der Spieler wird aufgefordert, einen Sprachbefehl einzugeben, z.B. «Einheit 2 einnehmen Delta». Der Spieler liest die Eingabe laut vor und während das System analysiert, was es hört, erscheinen die Teile des Satzes als Dropdown-Listen, die die kontextrelevanten Möglichkeiten bezüglich «Wer», «Was» und «Wohin» enthalten.



Abb. 21: Tom Clancy's Endwar – Voice Command Trainer

Das Spiel *Lifeline* funktioniert ähnlich, wenn auch mit weniger Flexibilität. Der Benutzer muss eine Anzahl von Befehlen lernen und diese auf eine Art und Weise aussprechen, die das System versteht. Darüber hinaus kann der Spieler nur Sprachbefehle verwenden, die in den verschiedenen Menüs des Spiels beschrieben sind. Befehle wie «Eile», «Stopp», «Ausweichen» und «Nach links drehen» lösen bestimmte Aktionen aus.⁷³



Abb. 22: Lifeline - Menü mit vorgeschlagenen Sprachbefehlen

Sketching und Variantenexploration

Im Buch *Sketching User Experiences*, schreibt Bill Buxton «The design funnel begins with ideation, and ends with usability testing. The former is largely dominated by sketching,

⁷³ [https://en.wikipedia.org/wiki/Lifeline_\(video_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Lifeline_(video_game)), Stand 27.10.2017

which enables ideas to be explored quickly and cheaply. More refined (and expensive) prototypes provide the basis for the testing at the later stages of design.»⁷⁴

Nachdem wir mittels Brainstorming Lösungsideen entwickelt hatten, war es an der Zeit, unseren gebündelten Ideen Form zu geben. Zunächst hat jedes Projektmitglied mehrere «Sketches» in Form eines Storyboards erstellt, das die Interaktionen im Zeitablauf beschreibt. Während wir unsere Skizzen erörterten, kristallisierten sich einige zentrale Punkte heraus, die wir für konzeptionell wichtig erachtet haben:

Arbeitsablauf: vorher, während und nachher

In jedem Kontext, den wir beobachtet haben, liessen sich die Arbeitsabläufe zeitlich in drei Teile gliedern: eine Vorbereitung der Hauptarbeitsschritte, qualifizierte Arbeit während derselben und eine Nachbearbeitungsphase zum Schluss. So mussten wir überlegen, wie wir die Übergänge zwischen diesen Phasen, bei denen es häufig zu Medienbrüchen kam, in Zukunft anders gestalten und verbessern könnten. Wir wollten zum Beispiel die Vorbereitungsphase möglichst kurz gestalten, um so schnell wie möglich mit der eigentlichen Arbeitsphase beginnen zu können. Dies wollten wir dadurch erreichen, dass der Benutzer einen Auftrag direkt im System annehmen können soll. Das System soll zusätzliche Informationen liefern wie z.B. die entsprechenden schematischen Zeichnungen. So würde der Benutzer entlastet, da er nicht vor jedem Auftrag ins Büro müsste, um die entsprechenden Zeichnung zu suchen und auszudrucken. Auch einige Aspekte der Nachbereitung liessen sich durch das System automatisieren, so z.B. die Stundenerfassung und das Nachbestellen von Ersatzteilen.

Metapher «Checkpoint»

Dieses Konzept aus der Gaming Welt haben wir uns für unseren Fall angeeignet. Wenn sie einen Störfall abarbeiten, pendeln Fachspezialisten zwischen Gleisbereich und Technikräumen, wo sie jeweils eine Kontrolle durchführen. Diese Kontrollpunkte haben wir «Checkpoints» genannt. Ähnlich wie in einem Spiel sollten diese auch hier als Marker fungieren.

Betriebsmodus

Beim Durchspielen der Situation am Bahnhof Luzern ist uns ein Muster aufgefallen: Entweder waren die Fachspezialisten zwischen den Checkpoints unterwegs oder sie waren an einem Checkpoint und haben die effektive Arbeit geleistet. Daher haben wir uns überlegt, zwei Betriebsmodi zu konzipieren: einen Orientierungsmodus und einen Arbeitsmodus. Der Orientierungsmodus würde aktiviert, während sich der Benutzer zwischen einzelnen Checkpoints bewegt. Nähert er sich dem Schrank bzw. der betroffenen Verbindung, wechselt das System in den Arbeitsmodus. Dabei war es unsere Absicht, die Anzahl der fix platzierten Elemente im Interface im Sinne von **Decluttering** möglichst zu minimieren, nachdem Peter Lenhart uns dieses Konzept in seinem Interview etwas näher gebracht hatte.⁷⁵

⁷⁴ Buxton, B. (2012) Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design. Amsterdam: Elsevier Science. Kapitel 13: Sketching Interaction

⁷⁵ Experten-Interview mit Dr. Peter Lenhart, Transkript im Anhang. 1:32:20 Std.

Drei Ebenen

Augmented Reality bezieht sich auf einen dreidimensionalen Raum. Um dies stets im Auge zu behalten, haben wir unser Design konzeptionell in drei Ebenen unterteilt: Hinter-, Mittel- und Vordergrund. Der Vordergrund bestand aus fix platzierten Interface-Elementen, die je nach Modus wechseln sollten. Im Hintergrund wurde das Umfeld abgebildet. Im Mittelgrund spielten sich variable Elemente ab, die zeitweise und kontextabhängig auftauchen und verschwinden.

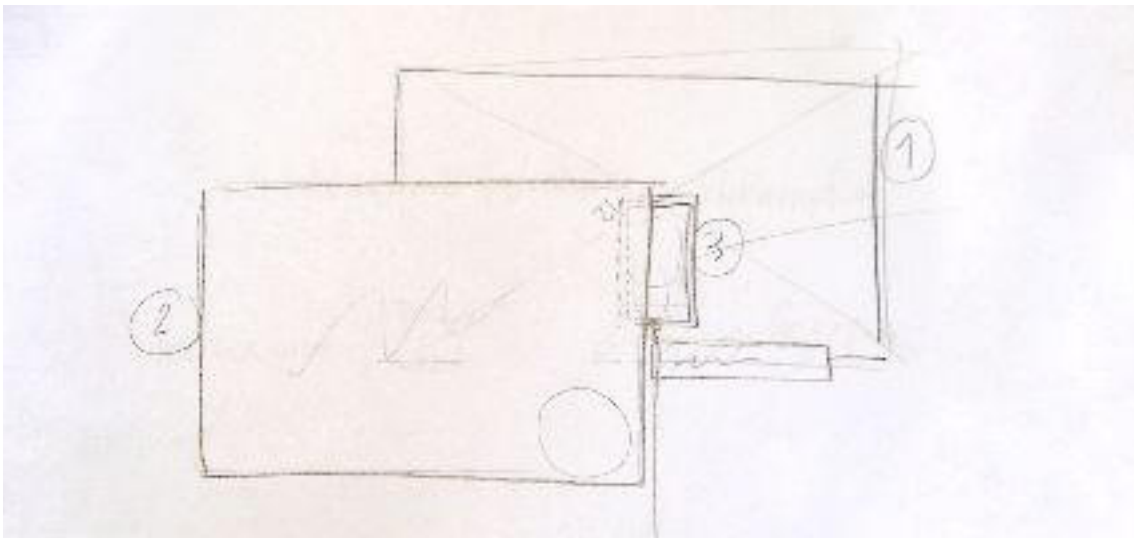


Abb. 23: Konzept der drei Ebenen

Verschiedene Ansichten

Mit einer Augmented-Reality-Lösung wollten wir Medienbrüche möglichst vermeiden. Aktuell gibt es z.B. eine Unterbrechung, wenn ein Fachspezialist suchen muss, wo eine Verbindung durchgeht oder wie die Verbindung im Schrank beschriftet ist. Er nimmt dabei Bezug auf eine komplexe Visio-Zeichnung, in der die entsprechende Verbindung nur ein winziger Teil des Ganzen ist. Hier haben wir eine Chance gesehen, seine kognitive Belastung dadurch zu reduzieren, dass nur auftragsabhängige Eckdaten kontextbasiert eingeblendet werden. Dennoch erachteten wir es für wichtig, dass die entsprechende Visio-Zeichnung (sowie weitere Schemen und Pläne) weiterhin in der Originalansicht zur Verfügung stehen.

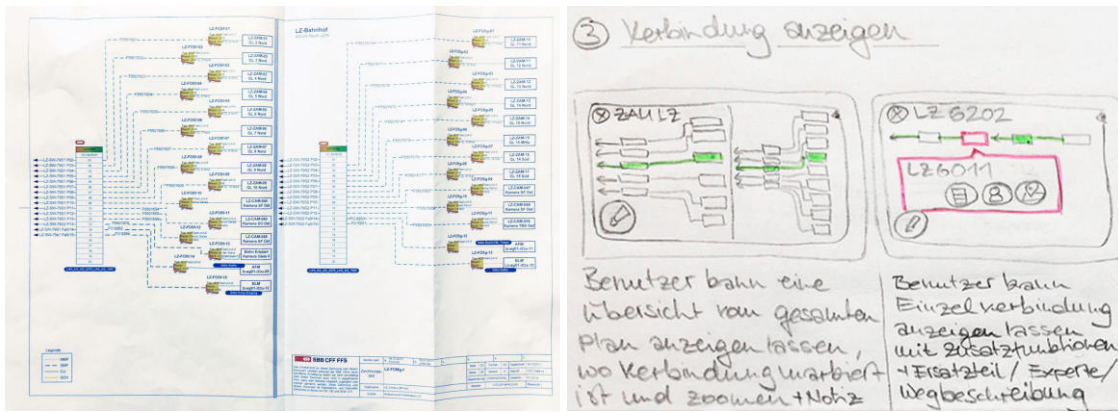


Abb. 24: Links die gedruckte Visio-Zeichnung, rechts eine Konzeptskizze mit Detailansicht der hervorgehobenen Verbindung

Entstehung der zwei Konzepte

Wir waren der Überzeugung, dass Benutzer bereit wären, gewisse Kompromisse hinsichtlich der Hardware-Ergonomie einzugehen, wenn die Anwendung einen zusätzlichen Nutzen gegenüber dem aktuellen System bietet. Unsere Annahme war dabei, dass Nutzer auf Head-Mounted-Displays eher negativ reagieren würden. Zwei wichtige Fragen wollten wir diesbezüglich im Laufe der Arbeit prüfen: 1.) Welcher zusätzliche Nutzen wird von Benutzern am meisten geschätzt? 2.) Bevorzugen Benutzer tatsächlich Handheld-Geräte gegenüber Head-Mounted-Displays?

Im Bezug auf den Nutzen haben wir zwei Konzepte verfolgt. Das erste, «Schnitzeljagd» genannte Konzept setzt einen linearen Workflow mit fixer Reihenfolge voraus. Dabei steht die Unterstützung des korrekten Ablaufs im Vordergrund. Der nächste Checkpoint wird erst dann in einer Mini-Map-Ansicht verraten, wenn der vorherige Checkpoint bereits besucht worden ist. Im zweiten, «Erkundungstour» genannten Konzept haben wir dem Benutzer mehr Bewegungsfreiheit gelassen. Hier möchten wir ihm die Entscheidung überlassen, in welcher Reihenfolge die Arbeitsschritte absolviert werden und diese also nicht streng vom System vordefinieren lassen. Dabei wird weniger vom System antizipiert und die Bestimmung der Reihenfolge der Arbeitsschritte erfolgt erst nach der Systemprüfung durch den Fachspezialisten. Der Benutzer soll die notwendige Interaktion zur Störungsbehebung bewusst ansteuern (*Konzeptskizzen siehe Anhang Abschnitt 9.1 Konzeptskizzen*).

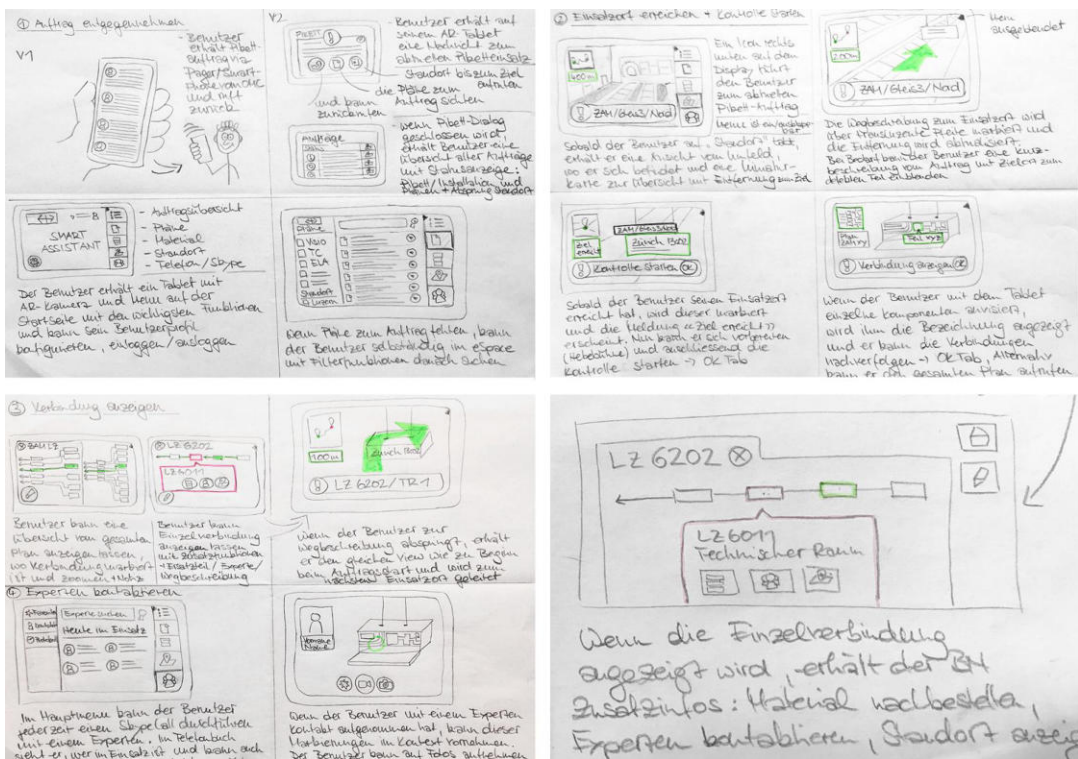


Abb. 25: Auszüge aus dem Konzept «Erkundungstour». Dieses lässt dem Benutzer mehr Freiheit, die Arbeitsschritte in beliebiger Reihenfolge zu absolvieren. Die komplette Verbindung mit sämtlichen Checkpoints ist von Anfang an abrufbar (links unten).

Bezüglich des Geräts wollten wir evaluieren, welches Bedienkonzept von Benutzern akzeptiert werden würde. Auch wollten wir Erkenntnisse zur Interaktion mit Sprach-, Gesten- und Blicksteuerung (Datenbrille), respektive mit Touch-Interface (Tablet) gewinnen. Wir haben uns entschieden, unsere beiden Konzepte mit jeweils unterschiedlichen Geräten zu testen. Das erste, lineare Konzept haben wir mit einem Prototypen für eine Datenbrille getestet, das zweite, explorative Konzept mit einem Prototypen für eine Tablet-Lösung. So passten Konzept und Gerät gut zusammen und das Vorgehen sprengte nicht den Rahmen unserer Projektplanung. Während z.B. der Wechsel zwischen Orientierungs- und Arbeitsmodus in der Datenbrille automatisch erfolgt, erhält der Proband bei der Tablet-Lösung einen Hinweis auf dem Screen, dass er das Tablet auf den Arbeitsraum ausrichten soll, um in den Arbeitsmodus mit sichtbaren AR-Elementen zu wechseln.

Bei der Datenbrille haben wir die Interaktion zunächst auf Sprachsteuerung begrenzt. Sprachsteuerung ist eine vielversprechende Form der Interaktion mit einem Augmented-Reality-System, insbesondere weil der Vorteil dieses Systems darin besteht, dass Benutzer ihre Hände frei zum Arbeiten haben. Bei einer gestenbasierten Selektion würde gerade dieser Vorteil verloren gehen. Nach unserem Interview mit Ines Lindner gelangten wir zur Überzeugung dass Sprachsteuerung das effizienteste Mittel der Interaktion darstellt, so wie Lindners Erfahrung es nahelegt. Anstatt Benutzer zu bitten, sich grundlegende Befehle zu merken, haben wir uns dafür entschieden, die Sprachbefehle direkt in der Benutzeroberfläche zu visualisieren. So mussten Benutzer keine Befehle im Voraus auswendig lernen. Generische Systembefehle («Home», «Nächster Checkpoint»)

wurden im Vordergrund verankert, während Befehle, die in Bezug auf reale Objekte ausgeführt werden können («Material ersetzen»), an den Mittelgrund-Elementen angehängt wurden.

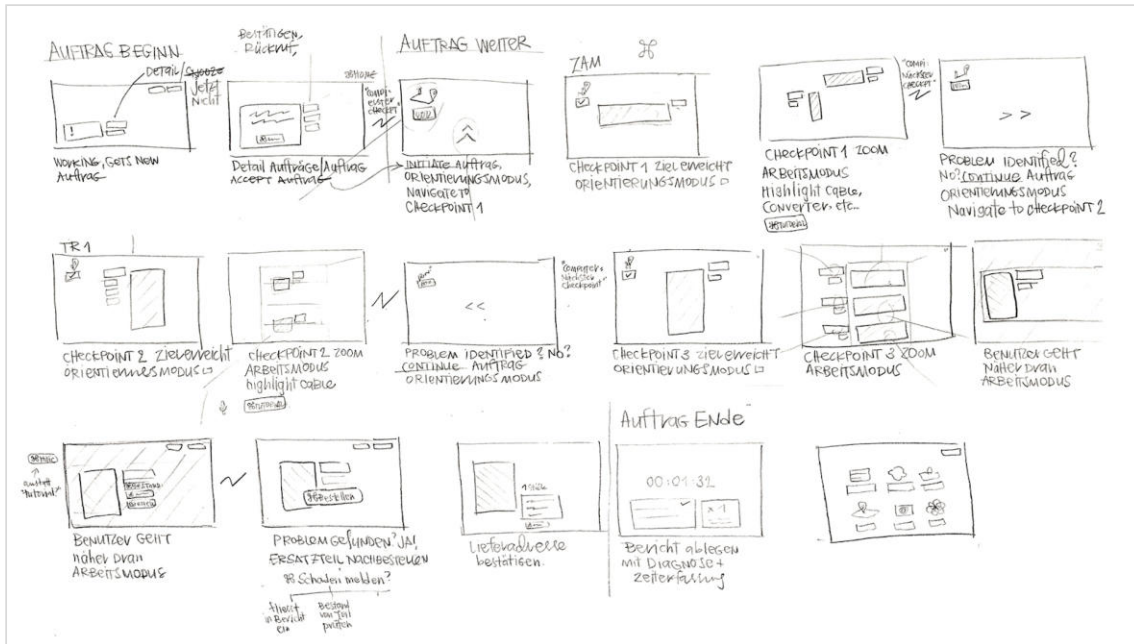


Abb. 26: Auszüge aus dem Konzept «Schnitzeljagd», bei dem der Benutzer in einer festen Abfolge von Checkpoint zu Checkpoint geführt wird. Per Sprachbefehl signalisiert der Benutzer, dass er zum nächsten Checkpoint gelangen möchte.

Aus Annahmen werden Hypothesen

Die Hypothese ist nach dem Problem Statement das zweite zentrale Werkzeug des Lean-UX-Vorgehens: «Wir setzen nicht bei den Anforderungen an, sondern legen Annahmen (Assumptions) zugrunde. Wir formulieren Hypothesen und überprüfen sie. Wir bemessen, ob wir die erwünschten Ergebnisse erzielt haben. Die Hypothesenformulierung stellt eine Möglichkeit dar, Annahmen in überprüfbarer Form auszudrücken.»⁷⁶

Eine Hypothese besteht aus zwei Teilen: eine Aussage darüber, was man für wahr hält, und eine Aussage darüber, welches Feedback eintreffen müsste, um die erste Aussage zu bestätigen. Die zweite Aussage soll wenn möglich qualitative Ziele beinhalten. Wir haben die Annahmen aus Abschnitt 4.3 *Erste Problemstellung* unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der primären Recherche als Hypothesen verfasst. Gemäss Lean UX ist es entscheidend, die Liste der Aussagen dabei nach Risiko zu priorisieren, indem man sich fragt, wie schlimm es wäre, wenn man mit dieser Aussage falsch liegen würde.⁷⁷ Die folgenden Hypothesen sind teilweise mit hohem Risiko behaftet, erzeugen jedoch unserer Ansicht nach einen hohen Mehrwert:

⁷⁶ Gothelf, J., Seiden, J. (2015). Lean UX: Mit der Lean-Methode zu besserer User Experience. Frechen: MITP Verlags GmbH & Co. KG. Kapitel 3 (E-Book)

⁷⁷ vgl. Gothelf, J., Seiden, J. (2016) Lean UX: Designing Great Products with Agile Teams. Second Edition. O'Reilly Media. Kapitel 3 Driving Vision with Outcomes: Prioritizing Hypotheses (E-Book)

1. Wir glauben, dass die Dauer von Tätigkeiten verkürzt wird, wenn unsere beiden Personas die Hände stets frei zum Arbeiten haben.
2. Wir glauben, dass wir die Dauer von Einsätzen verkürzen können, wenn unsere beiden Personas (insbesondere David als Anfänger) über eine Orientierung- und Navigationshilfe schneller zum Einsatzort finden können.
3. Wir glauben, dass wir Medienbrüche reduzieren können, indem wir unseren beiden Personas Informationen verfügbar machen, wann und insbesondere wo immer diese relevant sind.
4. Ferner glauben wir, Medienbrüche minimieren zu können, indem alle benötigten Anwendungen mit einem Interaktionskonzept verbunden werden.
5. Wir glauben, dass wir die Polyvalenz unserer beiden Personen erhöhen können, wenn sie räumlich unabhängig sind.
6. Wir glauben, dass wir das Lernen beschleunigen und Fehler minimieren können, indem wir David einen raschen Zugang zu technischer Hilfe bieten.
7. Infolgedessen glauben wir, die Betriebskosten senken und die Arbeitszufriedenheit unserer beiden Personas steigern zu können.

Der Prototyp als Mittel zum Zweck

Um unsere Hypothesen zu testen, mussten wir einen Prototypen erstellen, mit dem wir die zu unterstützende Situation simulieren konnten. Wären wir bei einer realen Störungsbehebung dabei gewesen, hätte das Risiko bestanden, dass unsere Anwesenheit den Arbeitsprozess der Mitarbeitenden behindert hätte. Das hätte wiederum Konsequenzen für die Sicherstellung des Bahnbetriebs haben können. Mit einer Schritt-für-Schritt-Simulation konnten wir eine realistische Störungsbehebung verfolgen und das erwähnte Risiko ausschliessen. Die Simulation einer solchen Situation haben wir in der ersten Iteration mit einfachen Mitteln bewerkstelligt, indem wir einen Papierprototypen gebaut und den Kontext nachgeahmt haben. Bei einem Papierprototypen muss darauf geachtet werden, dass der Benutzer sich die Interaktion mit dem Interface vorstellen kann.⁷⁸

Daher war es wichtig, dass der Papierprototyp die Dreidimensionalität einer AR-Experience berücksichtigt. Dafür haben wir unser Konzept eines Vor-, Mittel- und Hintergrundes herangezogen. Wir erstellten DIN-A2-Poster von Fotos, die wir im Rahmen unserer Kontextanalysen zur Darstellung der Hintergrundebene aufgenommen hatten. Diese zeigen unterschiedliche Arbeitskontexte in verschiedenen Zoomstufen und sollen dem Benutzer dabei helfen, sich vorzustellen, er würde sich in einem Raum bewegen oder sich Gegenständen nähern. Wir haben die Testpersonen auch während des Tests gebeten,

⁷⁸ vgl. Hübscher, C. (2016/17). Skript UCD II, MAS HCID <Vorgehensmodelle II>, PDF S. 23

von einem Plakat zum anderen zu gehen, um den Übergang von einem <Checkpoint> zum anderen zu simulieren, genau wie bei einer realen Störungsbehebung.

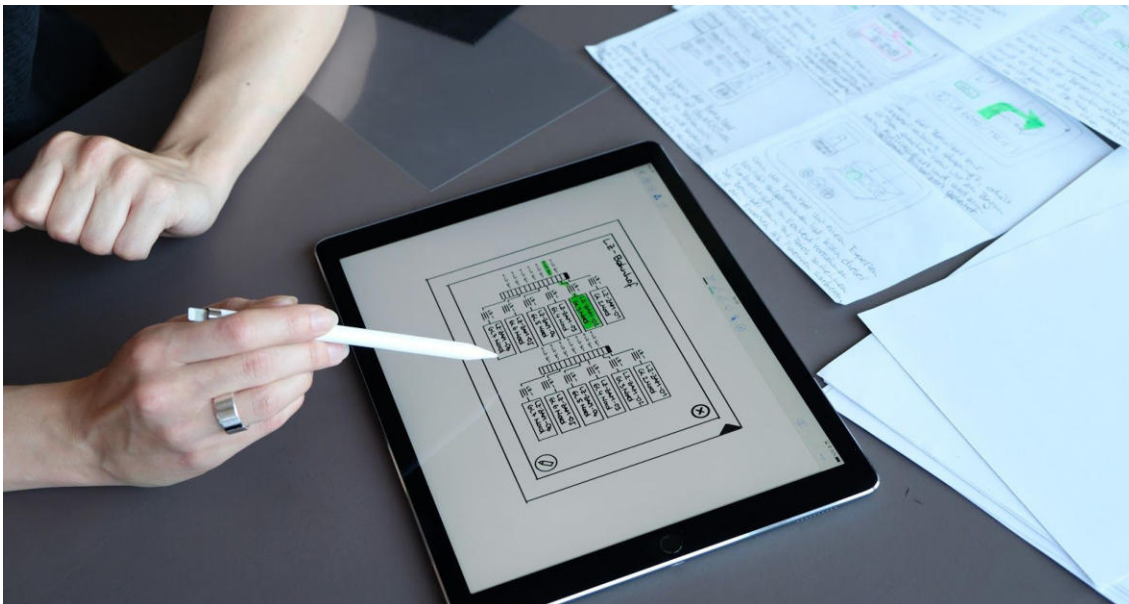


Abb. 27: Wireframe für eine Vordergrund-Folie in der Entstehung

Für den Vordergrund haben wir uns von Google Cardboard inspirieren lassen, einem gebastelten Head-Mounted-Display für Virtual Reality, mit dem ein Benutzer sein VR-fähiges Smartphone vor dem Gesicht montieren kann. Wir haben den Teil des Kartons, der die Sicht des Benutzers verdeckt, entfernt. Mit ähnlich groben Materialien haben wir eine Annäherung an ein Tablet-Gerät geschaffen. In beiden Fällen dienten Wireframes auf Overhead-Folien dazu, feste Elemente des Interfaces im Vordergrund anzuzeigen, während die Testperson durch die Folien hindurch auf den Hintergrund blicken konnte.

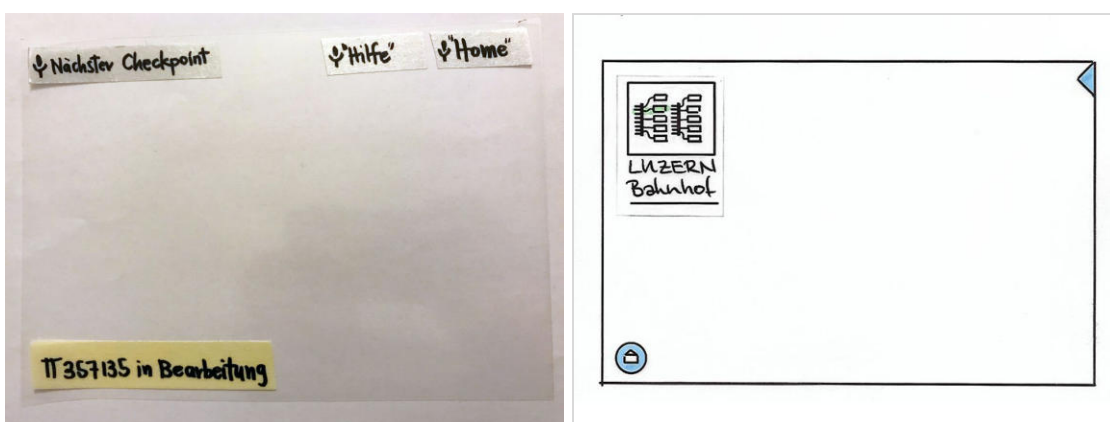


Abb. 28: Zwei Konzepte im Vergleich. Links eine Vordergrundfolie des <Schnitzeljagd>-Konzepts, rechts des <Erkundungstour>-Konzepts. Beide Folien werden im Arbeitsmodus angezeigt.

Der Mittelgrund besteht aus allen sich bewegenden Indikatoren, die in Übereinstimmung mit dem Kontext und dem Blickwinkel des Benutzers situativ erscheinen. Diese haben jeweils zwei Funktionen: Zum einen zeigen sie an, um was es geht, zum anderen geben sie

den entsprechenden Sprachbefehl an, den der Benutzer in Bezug auf die angezeigte Komponente erteilen kann.



Abb. 29: Vorbereitung der Mittelgrundelemente

Für unsere beiden Low-fidelity-Prototypen haben wir uns zum Ziel gesetzt, das Feedback der Benutzer zu zwei unterschiedlichen Konzepten abzuholen: «Je weitgehender dabei die Übereinstimmung zwischen Prototyp und finaler Produktlösung in den relevanten Aspekten ist, umso vertrauenswürdiger dürfte das resultierende Testergebnis sein. Die Entwicklung eines umfassenden Prototyps, der den Möglichkeiten einer finalen Lösung nahekommt, ist typischerweise sehr viel aufwendiger als ein Low-Fidelity-Entwurf, der lediglich grob das Konzept einer Lösung visualisiert. Steht jedoch beispielsweise die Erhebung von Feedback zu einer bestimmten Layoutvariante im Mittelpunkt einer Evaluation, so kann der Einsatz eines Low-Fidelity-Prototyps angemessen und zielführend sein.»⁷⁹

Beim Usability Walkthrough haben Probanden das Gerät festgehalten (bzw. auf dem Kopf getragen), während ein Projektmitglied die Folien entsprechend der Interaktion angezeigt hat. Das andere Projektmitglied reagierte mit den Mittelgrund-Indikatoren in der Hand entsprechend dem Kontext und der Blickrichtung des Benutzers.

⁷⁹ Steimle, T., Wallach, D. (2018). Collaborative UX Design: Lean UX und Design Thinking: Teambasierte Entwicklung menschenzentrierter Produkte. Heidelberg: dPunkt, S. 147

Validierung mit Endbenutzern



Abb. 30: Unsere Arbeitsmittel für den Usability Walkthrough im Überblick: Kontext-Plakate; Folien mit AR-Elementen und Kartonrahmen mit Halterung für den Tablet-Prototypen; Head-Mounted-Prototyp aus Karton, interaktive Elemente mit Markierung an Sticks befestigt und Folien mit AR-Elementen sowie Testskript und GoPro-Kamera zur Dokumentation

Zur Validierung unserer Lösungsideen haben wir am 25. Oktober 2017 einen Usability Walkthrough in Luzern beim Team Telecom durchgeführt. «Der Usability Walkthrough ist eine Alternative zum formalen Usability-Test. Statt eine Testperson unter kontrollierten Bedingungen in einem separaten Testraum allein arbeiten zu lassen, begleitet der Testleiter den Benutzer und moderiert den Testablauf. Wie beim formalen Test bearbeitet der Benutzer realistische Aufgaben mit dem zu prüfenden System, aber der Moderator hat die Möglichkeit, direkt einzugreifen, Fragen zu stellen und bestimmte Abläufe mit dem Benutzer durchzugehen.»⁸⁰ Zusätzlich haben wir uns den Rat unserer Expertin Ines Lindner zu Herzen genommen und die Wizard-of-Oz-Methode integriert, indem wir die Handlungen der Benutzer beobachtet und die Reaktion des Systems in Echtzeit simuliert haben. Mit dieser Methode haben wir folgende Ziele erreichen wollen:

- Informationen zur Art der Interaktion sollten gesammelt werden.
- Wir wollten testen, welche Eingabemethoden für die Interaktionen am besten geeignet sind.
- Die Interaktion sollte auf zwei unterschiedlichen Geräten getestet werden, bevor ein funktionales Modell erstellt wird.
- Wir wollten herausfinden, welche Probleme die Testpersonen mit den Geräten und Technologie haben werden.⁸¹

Vorbereitung

Frühzeitig haben wir Testteilnehmer rekrutiert und einen Raum zur Durchführung der Simulation reserviert. Mit der Bereitstellung des Testskripts und die Einverständniserklärungen zur Dokumentation sowie weitere Arbeitsmittel (*siehe Abb. 30*) haben wir bereits ca. vier Wochen im Voraus begonnen, weil der Aufwand höher war als bei Tests mit klassischen 2D-Interface-Prototypen. Wir haben verhältnismässig viel Zeit in die Kreativphase zur Erstellung der Prototypen, interaktiven Elemente und Folien investiert. Des Weiteren haben wir Fotoaufnahmen der Situation in Luzern angefertigt und als Plakate geplottet, um eine möglichst realistische Nachbildung des Einsatzortes in Luzern herstellen zu können. Aufgrund der Grösse des Bahnhofsgebäudes und wegen der zahlreichen Arbeitsmittel, die wir dabei hatten, war es nicht möglich, die Walkthroughs direkt am Zuganzeigemodul und in den technischen Räumen durchzuführen. Der Zeitaufwand hätte hier den gegebenen Rahmen überschritten, und unsere Idee mit jeweiligen Kontext-Plakaten pro Aufgabenstellung löste diese Problematik auf kreative Art und Weise.

Planung und Durchführung

Für die Usability Walkthroughs mit fünf Benutzern und zwei Prototypen haben wir je 60 Minuten pro Testteilnehmer zzgl. einer Pause von 30 Min. eingeplant. Dabei sind die Projektbeteiligten abwechselnd in die Moderatorenrolle geschlüpft, und die Reihenfolge

⁸⁰ Richter, M., Flückiger, M. (2013). Usability Engineering kompakt. Berlin, Heidelberg: Springer. S. 85

⁸¹ Vgl. Maulsby, D., Greenberg, S. and Mander, R. (1993). Prototyping an intelligent agent through Wizard of Oz.; in: ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Amsterdam: ACM Press. S. 277-284

der Prototyp-Varianten haben wir nach jedem Durchlauf geändert. Den gesamten Durchlauf haben wir mit Audioaufnahme und einer GoPro-Kamera während dem Walkthrough für die spätere Auswertung dokumentiert und zusätzlich Fotos aufgenommen.

Das Testskript wurde auf Grundlage des SOLL-Szenarios erstellt und diente uns zur Formulierung der jeweiligen Aufgabenstellungen. Es enthält sowohl einen Interviewleitfaden zur Abfrage von demografischen Daten der Teilnehmer und abschliessende Fragen als auch Hinweise auf die für die Beobachtung relevanten Aspekte u.a. zur Konzept-Validierung, zu Stolpersteinen, zur Bedienbarkeit und zur Verständlichkeit sowie Nachvollziehbarkeit des Test-Setups. Dabei haben wir unsere Fragestellungen bewusst entweder auf das Konzept oder das Gerät bezogen. Wir haben z.B. nicht gefragt, welcher Prototyp am besten gefallen hat, weil eine Antwort auf diese Frage nicht erschliessen lassen hätte, auf welchen Aspekten die jeweilige Präferenz beruht.

Mit jedem Teilnehmer haben wie ein Interview nach dem Walkthrough durchgeführt und einen Fragenkatalog u.a. zum Arbeitsprozess, zum Informationsbedarf, zum Mehrwert, zur Akzeptanz, zur Ergonomie sowie zum Vergleich der beiden Prototypen erstellt (*siehe Anhang Abschnitt 10.1 Testskript Usability Walkthrough*).



Abb. 31: Die Projektbeteiligten und die Testteilnehmer während dem Usability Walkthrough mit Prototyp für Datenbrille (obere Reihe) und Tablet (untere Reihe)

Auswertung der Ergebnisse

Zur Auswertung der Usability Walkthroughs haben wir die Audio- und Videodokumente analysiert und die Erkenntnisse in einer Tabelle dokumentiert, die wir nach Interviews, Beobachtung und Vergleich der beide Prototyp-Varianten strukturiert und mit einer demografischen Auswertung ergänzt haben (*siehe Anhang Abschnitt 10.2 Auswertung*).

Innerhalb dieser Tabelle konnten wir parallel arbeiten und unser Fazit zu jedem Testteilnehmer formulieren. Unsere Erkenntnisse haben wir gemeinsam im Team diskutiert und zu einem Fazit anhand der folgenden Kategorien konsolidiert:

- Demografische Daten und Hintergrundinformationen
- Beobachtung mit Prototypen (Datenbrille und Tablet)
- Einzel-Feedback zu Prototypen
- Feedback zum Vergleich der Prototypen

Anhand der Konsolidierung konnten wir Zusammenhänge und Muster erkennen und leiten die folgenden Key Findings daraus ab. Unsere evaluierten Findings haben wir anhand der Feststellung sortiert, welche Aspekte bzgl. Konzept und Gerätevariante der Prototypen bereits gut und welche noch schlecht oder gar nicht funktionieren (*siehe Anhang Abschnitt 10.2 Auswertung*).

Aus der Auswertung geht hervor, dass wir von den Testteilnehmern Hinweise sowohl für als auch gegen beide Konzepte und Geräte bzgl. der Prototypen erhalten haben. Diese sind im Folgenden dokumentiert.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Findings zum Konzept

Einen klaren Mehrwert haben alle Testteilnehmer beim Skype Call gesehen, die Remote-Expert-Funktion würden sie als Unterstützung im Arbeitsprozess begrüßen. Drei TPs (2, 4, 5) haben die Prototypen als Hilfsmittel empfunden, wenn sie auf Informationen bzgl. Navigation, Pläne, Verbindungen oder Kontakt situativ angewiesen sind. Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie diese an noch unbekanntem Einsatzorten sehr nützlich. Die vorgegebene Reihenfolge von Schritten im Workflow hat vor allem bei weniger erfahrenen bzw. fachfremden Mitarbeitern gut funktioniert (TP 3, 5). Alle TPs haben sich jedoch in der Feedback-Runde für einen nicht strikt vordefinierten, flexiblen Workflow ausgesprochen.

In Bezug auf die Mittelgrundelemente haben sich drei von fünf TPs eine Funktion zur Ausblendung von AR-Elementen gewünscht, um bei Bedarf ein freies Sichtfeld zu erhalten.

Insgesamt waren die Icons noch etwas schwierig zu deuten und die Beschriftungen an den beweglichen Teilen haben teilweise wie eine Aufforderung statt wie ein Vorschlag für den nächsten Arbeitsschritt gewirkt (z.B. «Material ersetzen»).

Findings zum Gerät

Zwei Testpersonen fällt die Touch-Bedienung auf dem Tablet-Prototyp leichter, zwei Testpersonen bevorzugen die Sprachbedienung per Datenbrillen-Prototyp. Hands-Free-Arbeiten ist allerdings allen Testpersonen ein sehr wichtiges Kriterium. Es äussern sich jedoch drei von fünf Testpersonen kritisch gegenüber dem Datenbrillen-Prototypen. Nicht nur aus ergonomischer oder technischer Sicht haben die Testpersonen Bedenken, sondern auch weil sie diesen Prototypen als ungewohnt empfinden: «Man sieht komisch aus» (TP 1) und «führt Selbstgespräche» (TP 2), merken sie an. Ein Testteilnehmer meinte sogar, er nehme deshalb in Kauf, dass er mit dem Tablet nicht «hands-free» arbeiten kann.

Auch zum Tablet-Prototypen gibt es Pro- und Kontrastimmen, weil die Testpersonen das Tablet zwischendurch weglegen müssen und im Arbeitsprozess unterbrochen werden. Im Usability Walkthrough haben alle Testpersonen gemeint, sie würden auf das Tablet situativ zurückgreifen, entweder um sich die relevanten Komponenten im Schrank per Augmented Reality anzeigen zu lassen oder um Schemen, Pläne und VISIO-Zeichnungen im Vollbildmodus aufzurufen. Wenn sich ein Head-Mounted-Display oder eine Datenbrille wie eine normale Brille oder Sonnenbrille tragen liesse, könnten sich die Testpersonen vorstellen, diese «ein paar Stunden» (TP 1, 2, 4) bis «ganztags» (TP 3, 5) zu tragen.

5.3 Iteration 2: Ergonomie

Nach dem ersten Usability Walkthrough sind wir aufgrund des Benutzer-Feedbacks noch zu keiner endgültigen Schlussfolgerung in Bezug auf das Gerät gelangt. Wir haben sowohl für die Datenbrille als auch für das Handheld-Gerät gemischte Reaktionen bekommen. Die Mehrheit der Testpersonen hat die Datenbrille in der Cardboard-Form als einschränkend empfunden, was uns aber nicht sonderlich überrascht hat. Unsere Annahme war, dass der erste Prototyp eine zu niedrige Wiedergabetreue haben könnte, sodass sich die Testpersonen darüber noch keine sachkundige Meinung bilden können.

Aus Annahmen werden Hypothesen

Erneut haben wir gemäss der Formulierung von Lean UX Hypothesen aufgestellt, die wir validieren wollten:

1. Wir glauben, dass das Unternehmen einen geschäftlichen Vorteil erzielen könne, wenn unsere beiden Personas die Hände stets frei zum Arbeiten haben, wenn sie mit Experten ortsunabhängig kommunizieren können und wenn diese Experten «sehen» können, was der Benutzer vor Ort sieht. Dies spricht für eine AR-Lösung mit Datenbrille.

2. Wir glauben, dass das Unternehmen einen geschäftlichen Vorteil erzielen könne, wenn Benutzern auftragsbedingte Informationen angezeigt werden, wann und insbesondere wo immer solche relevant sind. Dies spricht ebenfalls für eine AR-Lösung mit Datenbrille.
3. Wir glauben, dass das Unternehmen nur dann einen geschäftlichen Vorteil durch den Einsatz einer Datenbrille erzielen kann, wenn die Akzeptanz von Seiten der Benutzern gewährleistet ist.
4. Wir glauben, dass Probanden sich deshalb negativ zur Datenbrille geäußert haben, weil diese beim ersten Walkthrough eine niedrige Wiedergabetreue hatte.
5. Wir glauben, unsere beiden Personas würden sich weniger skeptisch äussern, wenn die Datenbrille ihre Bedürfnisse in Punkto Sichtfeld, Akkustik und Tragekomfort gewährleisten würde.
6. Wir glauben zudem, unsere beiden Personas würden sich weniger skeptisch äussern, wenn der Mehrwert z.B. des Remote-Experts gegenüber der zunächst ungewohnten Bedienung eine höhere Gewichtung erfahren würde.

HoloLens und ODG-R7 als Prototypen

Bei der SBB wird die Gebrauchstauglichkeit von unterschiedlichen AR-Geräten und deren Einsatzmöglichkeiten evaluiert; so werden u.a. das Gerät der HoloLens Development Edition von Microsoft und das ODG R-7 Smartglasses System von der Osterhout Design Group getestet. Für diese Arbeit erschien es uns bzgl. der Akzeptanzfaktoren aus den Hypothesen wichtig, Erkenntnisse zur Software- und Hardware-Ergonomie sowie mögliche Unterschiede im Tragekomfort zwischen HoloLens und ODG R-7 zu identifizieren. Beide Head-Mounted-Displays sind bezüglich Kosten, Optik und Akkulaufzeit ähnlich. Sie unterscheiden sich vor allem in Bezug auf Input-Methode, Gewicht und Formfaktor des Gerätes. Microsoft hat die HoloLens so entwickelt, dass sie das Gewicht um den Kopfumfang herum verteilt und so Ohren und Nase vor übermäßigem Druck schützt. Die ODG R-7, die etwa ein Drittel des Gewichts der HoloLens wiegt, kann mit drei magnetischen Nasenbügel und abnehmbaren Sportbügeln am Gestell individuell angepasst werden. Benutzereingaben basieren bei der HoloLens auf Blicksteuerung in Kombination mit Gesten- bzw. Sprachsteuerung, während ein Benutzer mit der ODG R-7 über ein Trackpad am Gestell oder über ein Wireless Finger Controller interagieren kann.



Gerät	MS HoloLens Development Edition	ODG R-7
Plattform	Windows 10	Android
Sichtfeld	30°	30°
Auflösung	1268 x 720 px	1268 x 720 px
Audio	4 Mikrofone	2 Mikrofone
	Störgeräuschunterdrückung	Störgeräuschunterdrückung
	Eingebauter Lautsprecher	Eingebauter Lautsprecher
	360° Spatial Audio	k.A.
Gewicht	579 g	170 g
Preis	3000 USD	2750 USD
Eingabe	Gaze-, Gesten- und Sprachsteuerung	Touchbedienung über Trackpad am Gestell und über Wireless Finger Controller
Akkulaufzeit	2-3 Std.	2-3 Std.

Abb. 32: Vergleich Microsoft HoloLens und ODG R-7 Datenbrillen

Validierung mit Endbenutzern

Um unsere Hypothesen zu validieren, haben wir die Remote-Expert-Funktion in einem weiteren Usability Walkthrough am 11. und 12. Dezember 2017 in Luzern mit der HoloLens getestet sowie einen vergleichenden Hardware-Ergonomie-Test zwischen der HoloLens und der ODG-R7 zum Tragekomfort durchgeführt. Wir haben beim Vergleich den Fokus auf die Hardware-Ergonomie gelegt, weil nicht die identische Software auf beiden Geräten installiert war. Hinsichtlich der Software-Ergonomie war kein Vergleich mit einer validen Aussage möglich, denn die Variablen beider Systeme waren zu unterschiedlich.

Vorbereitung

Frühzeitig haben wir Testteilnehmer rekrutiert und zwei Räume zur Durchführung reserviert: einen Raum für die Expertenrolle und einen Raum für die Benutzerrolle. Die Einverständniserklärungen zur Dokumentation sowie weitere Arbeitsmittel wie Kontextplakate und eine Tonspur mit einer Simulation von Störgeräuschen am Bahnhof haben wir im Vorfeld bereitgestellt. Des Weiteren haben wir ein Dankeschön für die Testteilnehmer organisiert.

Planung und Durchführung

Mithilfe eines Brainstormings haben wir überlegt, welche Aufgaben wir in die Test-Szenarien einbeziehen sollen, damit wir Erkenntnisse zur Software- und

Hardware-Ergonomie erhalten. Unser Testskript beinhaltet u.a. Fragestellungen zur Bedienbarkeit und Erlernbarkeit, zum Sichtfeld, zur Akkustik, zum Tragekomfort sowie zur Akzeptanz (*siehe Anhang Abschnitt 11.1 Testskript Usability Walkthrough*).

Für die Usability Walkthroughs mit sechs Benutzern sowie den vergleichenden Hardware-Ergonomie-Test haben wir je 90 Minuten für einen jeweils mit zwei Teilnehmern parallel durchgeführten Test zzgl. einer Pause von 30 Min. eingeplant. Dabei haben die Projektbeteiligten jeweils die Moderation mit den Testteilnehmern übernommen und eine 15minütige Einführung zu den Interaktionsmöglichkeiten mit der HoloLens auf Benutzerseite und zu den Grundfunktionen von Skype auf Expertenseite durchgeführt.

Beim Walkthrough wurden in Raum 1 der Benutzer, der die HoloLens trägt, sowie in Raum 2 der Experte, der am Laptop arbeitet und die Aufgabenstellung an seinen Kollegen durchgibt, beobachtet und interviewt. So konnten wir eine Situation nachahmen, in welcher der Experte aus der Ferne seinen Kollegen im Feld kontaktiert, um ihm Unterstützung bei der Störungsbehebung zu bieten. Während der Durchführung einer Aufgabe aus dem Testskript haben wir in einem Bahnhof übliche Störgeräusche auf der Tonspur abgespielt, um Hinweise zur Akkustik zu erhalten. Den gesamten Durchlauf haben wir per Screen Recorder beim Experten sowie mittels Audioaufnahmen und GoPro-Kamera beim Benutzer zur Auswertung dokumentiert. Zusätzlich haben wir Fotos zum Vergleich des Aussehens der Testteilnehmer mit HoloLens und ODG-R7 aufgenommen.



Abb. 33: Benutzer mit HoloLens (linke Reihe) führen die Aufgaben aus, während die Experten aus der Ferne via Skype Call im separaten Raum Aufgaben durchgeben und einzelne Komponenten im Test-Setup markieren (rechte Reihe)

Selbstbild und Akzeptanz

Diese Aufnahmen haben wir den Probanden beim Hardware-Ergonomie-Test mit HoloLens und ODG-R7 gezeigt, um ihre Einschätzung zur Aussenwirkung abzuholen. Dieser Aspekt war uns ein wichtiges Kriterium für den Vergleich der Akzeptanzfaktoren

der beiden Systeme, weil die Mitarbeitenden z.T. auch an der Öffentlichkeit zugänglichen Einsatzorten Störungen beheben.



Abb. 34: Porträts der Testteilnehmer mit HoloLens (obere Reihe) und ODG-R7 (untere Reihe) zum Vergleich der Aussenwirkung

Auswertung der Ergebnisse

Zur Auswertung des Usability Walkthroughs analysierten wir die Audio- und Videodokumente und haben die Erkenntnisse in einer Tabelle dokumentiert, die wir nach Interviews, Beobachtung und dem vergleichenden Hardware-Ergonomie-Test strukturiert und mit einer demografischen Auswertung ergänzt haben (*siehe Anhang Abschnitt 11.2 Auswertung*).

Mithilfe dieser Tabelle konnten wir unser Fazit zu jedem Testteilnehmer formulieren und parallel an der Konsolidierung arbeiten. Unsere Erkenntnisse haben wir gemeinsam im Team diskutiert und zu einem Fazit anhand der folgenden Kategorien konsolidiert:

- Software Ergonomie
 - Erlernbarkeit
 - Verständlichkeit
 - Bedienbarkeit
- Hardware Ergonomie
 - Akkustik
 - Sicht
 - Tragekomfort (Vergleich ODG/HoloLens)
- Akzeptanz

Anhand der Konsolidierung können wir Zusammenhänge und Muster erkennen und leiten die folgenden Key Findings daraus ab. Unsere evaluierten Findings haben wir anhand der Feststellung sortiert, welche Aspekte der Software- und Hardware bereits gut und welche noch schlecht oder gar nicht funktionieren (*siehe Anhang Abschnitt 11.2 Auswertung*).

Zusammenfassung der Ergebnisse

Findings zur Software- und Hardware-Ergonomie

Gesamtheitlich betrachtet kann die Bedienbarkeit des Systems sowohl für die Rolle des Benutzers als auch für die des Experten als zufriedenstellend bis gut bewertet werden. Auffallend war die Lernkurve der Probanden auf Benutzerseite mit HoloLens. Nach ein paar Gehversuchen, um die korrekte «Schnappgeste» auszuführen, hat es bei den meisten Testteilnehmern mit der Gestensteuerung geklappt. Optimierungspotenzial gibt es vor allem in Bezug auf die Blicksteuerung, die vor allem beim Pinning von Elementen noch Schwierigkeiten verursacht hat. Das Skype-Fenster mit Bild des Experten hat den meisten Benutzern die Sicht auf den Arbeitsraum versperrt, sodass sie das Bedürfnis hatten, das Fenster an einem anderen Ort festzusetzen, um den Arbeitsprozess durchführen zu können. Hierfür mussten sie das Fenster am gewünschten Ort platzieren und die Pin-Funktion per Blicksteuerung aktivieren. Hierbei hatten die Probanden mit Gleitsichtbrille besonders Mühe, weil sie den Cursor bei der Blicksteuerung nicht sehen konnten, wenn sie den Kopf geneigt und durch den unteren oder oberen Teil der Gleitsichtbrille geblickt haben.

Die Experten auf der anderen Seite hatten wenig Mühe am Laptop mit Windows 10 zu arbeiten. Neu war für sie vor allem die Funktion, mit welcher sie Markierungen im Sichtfeld der Benutzer platzieren konnten. Auf Anhieb geklappt haben die schrittweise Navigation der Benutzer durch die Experten per Sprachhinweise wie z.B. «Etwas höher oder tiefer schauen, näher ran gehen» oder Aufforderungen wie «Halt!» und «Stopp!». Die Kommunikation aus der Ferne hat sehr gut funktioniert, wobei die Akustik auch dann noch ausreichend geblieben ist, als wir Störgeräusche eingespielt haben. Die Probanden haben sich mehrheitlich auf ihren Arbeitsauftrag fokussiert und sich nicht ablenken lassen. Im Abschlussinterview wurde uns aber auch mitgeteilt, dass die Geräusche in der Realität noch lauter sein können. Das Sichtfeld war für die Mehrheit der Probanden ausreichend und sie haben sich nicht eingeschränkt gefühlt. Lediglich zwei Teilnehmer haben die Projektionsfläche für AR-Elemente als zu klein empfunden. Grosse Mühe hatten allerdings die Gleitsichtbrillenträger, die es gewohnt sind, den Kopf zu neigen, um ein scharfes Bild zu sehen, während die Blicksteuerung nicht für solche Fälle geeignet ist.

Findings zur Akzeptanz

Die Mehrheit der Probanden hat die getestete Remote-Expert-Funktion als nützlich empfunden und unsere Aufgaben in den Szenarien wurden als realistisch eingestuft. Alle haben den Test sehr gut durchgespielt und keine direkten Frustrationen geäußert. Wir

haben jedoch beobachtet, dass mindestens zwei Probanden etwas Mühe hatten mit der neuen Technologie, dies aber nicht zum Ausdruck gebracht haben.

Findings zum Hardware-Ergonomie-Vergleich

Beim Vergleich der beiden Geräte ist auffallend, dass die Mehrheit der Probanden geäußert hat, dass sie sich vorstellen können die ODG länger als die HoloLens zu tragen. Des Weiteren ist das Gestell der ODG diskreter und weniger auffällig und die Probanden würden damit lieber in der Öffentlichkeit unterwegs sein. Bei sicherheitsrelevanten Einsätzen muss zusätzlich auch ein Helm getragen werden, was mit der ODG zwar möglich wäre, jedoch könne man bei derselben keine zusätzliche Brille unter dem Gestell tragen wie bei der HoloLens.

Überprüfung der Hypothesen

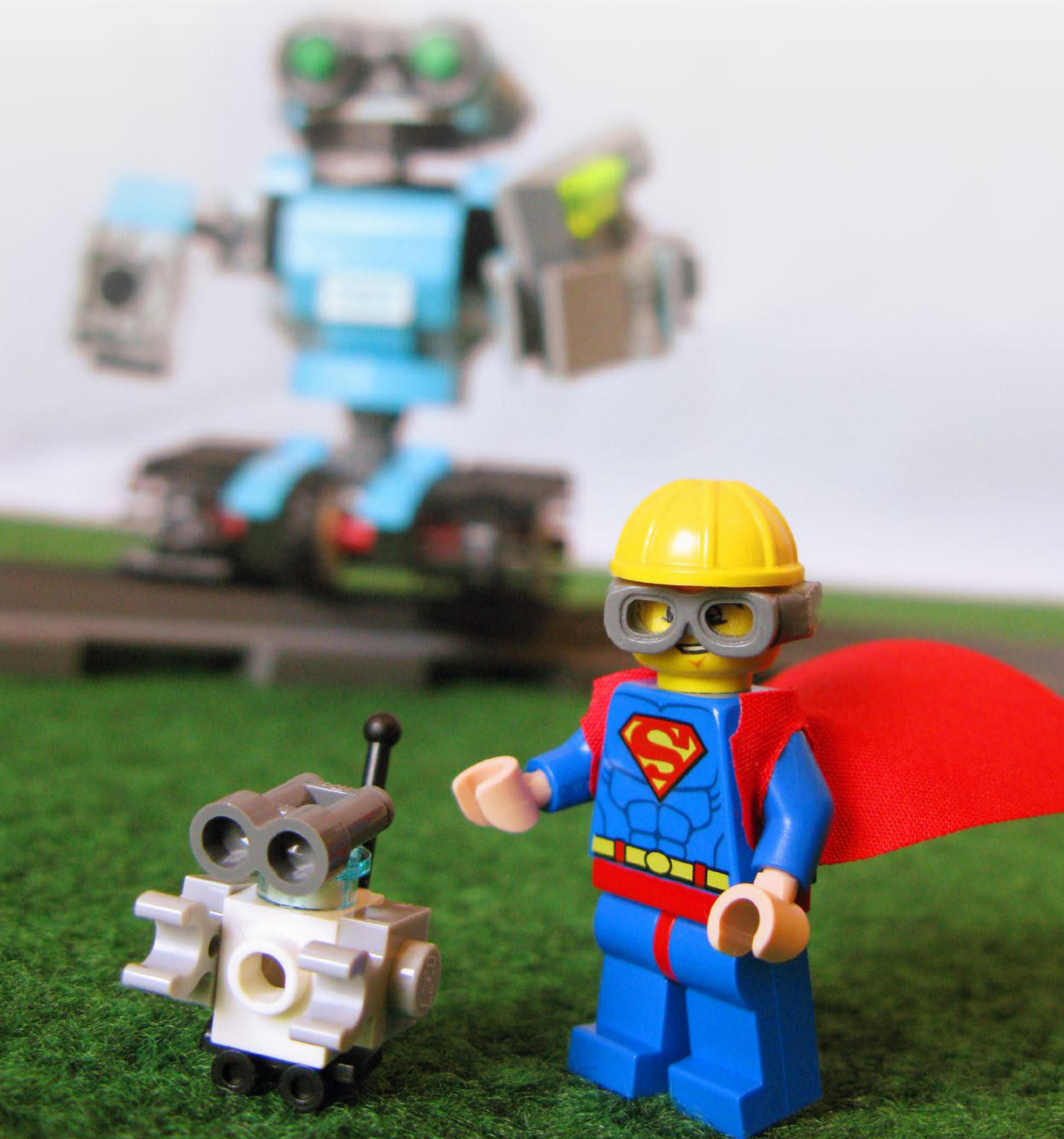
Aufgrund der Interpretation unserer Ergebnisse können wir die Annahme revidieren, dass Datenbrillen auf zu wenig Akzeptanz bei unseren Benutzern stossen (Hypothesen 3 und 4). Nachdem wir einen Low-fidelity-Prototypen einer Datenbrille und nachfolgend die HoloLens als High-fidelity-Prototypen getestet haben, erhielten wir widersprüchliche Aussagen zur Akzeptanz aus Sicht der Benutzer. Wir führen dies darauf zurück, dass die Diskrepanz zwischen der reduzierten Wiedergabetreue z.B. des Sichtfelds eines Low-fidelity-Prototypen der Datenbrille einerseits und der finalen Lösung bei der HoloLens andererseits zu hoch ist, was teilweise ein abwehrendes Verhalten beim ersten Walkthrough verursacht hat.

Der zweite Walkthrough hat deutlich aufgezeigt, dass der Mehrwert einer Lösung im Hands-Free-Arbeiten besteht. Das hat die Beobachtung während der Kommunikation zwischen Experte und Benutzer und der Durchführung der Aufgaben bestätigt (Hypothese 1, 2 und 6). Auch konnten wir mithilfe des zweiten Walkthroughs die Hypothesen bestätigen, dass die Erfüllung der Bedürfnisse in Punkto Sichtfeld, Akustik und Tragekomfort gewährleistet werden (Hypothesen 5), allerdings mit der Einschränkung, dass der Einsatz der HoloLens nicht in Kombination mit Gleitsichtbrillen geeignet ist und die ODG-R7 allgemein nicht mit zusätzlichen Korrekturbrillen getragen werden kann.

5.4 Sachreflexion

Unsere Reflexion zur Methodenauswahl, zur Durchführung und zu unseren Zielen innerhalb der Phasen Develop und Deliver haben wir im Anhang dokumentiert (*siehe Abschnitt 12.2 Sachreflexion: Develop & Deliver*).

6 Ausblick



6.1 Fazit und weiteres Vorgehen

Mit Blick auf unsere Ziele und Fragestellung konnten wir folgendes Fazit bilden.

Ziel: Wir möchten herausfinden, wo Augmented-Reality-Systeme am effektivsten zum Einsatz kommen könnten.

Unter Verwendung von UCD-Methoden haben wir verschiedene Arbeitskontexte, Aufgaben und Benutzer modellieren können. Aus sekundärer Recherche haben wir Kriterien abgeleitet, anhand derer wir beurteilen konnten, ob ein Einsatz von Augmented Reality mit den Zielen aus Unternehmenssicht korreliert.

Eignungskriterien

1. Hohe Korrelation und Häufigkeit der Anwendungsfälle
2. Hohe Übereinstimmung der Nutzerbedürfnisse
3. Wenige störende externe Faktoren, wie z.B. ungünstige Witterungsbedingungen
4. Notwendige Verhaltensänderungen sind zumutbar
5. Zugang zu Benutzern ist gewährleistet
6. Vorgeschlagene Lösungen können realistisch in einer simulierten Situation getestet werden

(siehe Anhang Abschnitt 5.6 Entscheidungsmatrix)

Ziel: Wir möchten herausfinden, welche Interaktionskonzepte und Usability Kriterien dabei berücksichtigt werden müssen.

Im Folgenden vergleichen wir Konzept und Ergebnisse aus dem ersten Usability Walkthrough. Aufgrund der niedrigen Wiedergabetreue dürfen unsere Schlussfolgerungen nicht als final betrachtet werden, sondern vielmehr als Impulse für die weitere Iteration mithilfe von Mid- und High-fidelity-Prototypen.

Nach den zwei Walkthroughs haben wir folgende Anforderungen für die Weiterentwicklung identifizieren können:

Funktionale Anforderungen

1. An erster Stelle empfehlen wir ein Konzept, welches eine Remote-Expert-Funktion vorsieht. Die Interaktion ist nah an einem Video-Chat und insofern den Benutzern vertraut. Der Mehrwert ist ihnen sofort klar.

2. Ferner müssten Mitarbeiter folgende Aktivitäten anhand des Systems ausführen können, um Medienbrüche zu vermeiden:
 - a. Aufträge und Störungsmeldungen annehmen und deren Status verwalten
 - b. Arbeitsprotokolle erfassen und an die entsprechende Stelle weiterleiten
 - c. Ersatzmaterial nachbestellen
3. Digitale Arbeitsmittel über Ablagestrukturen wie z.B. Visio-Zeichnungen müssen zugänglich gemacht werden
4. Das System muss dazu in der Lage sein, die reale Welt mit schematischen Daten und ergänzenden Informationen zu überlagern. Dies setzt voraus, dass die aktuellsten Zustandsdaten in einem AR-kompatiblen Format zur Verfügung stehen.

Nicht-funktionale Anforderungen

1. Die Ergonomie der Geräte soll die nötige Arbeitsdauer nicht beeinträchtigen.
2. Das Gewicht des Geräts muss sich gut um den Kopfumfang verteilen.
3. Das Gerät muss für einzelne Mitarbeiter kalibrierbar sein, um individuellen physiognomischen und anatomischen Eigenschaften wie z.B. Pupillendistanz, Sehstärke, Kopfumfang und Nasenform Rechnung tragen zu können.

Erkenntnisse bzgl. Work Reengineering

1. Das Konzept zu «Vorher-Während-Nachher» hat sich bewährt und Benutzer würden es willkommen heißen, wenn sie mit weniger Medienbrüchen konfrontiert werden würden.
2. Das Konzept von «Checkpoints» hat gut funktioniert, indem es die potenziellen Einsatzorte, bei denen sich eine Störung verbergen könnte, als Vorschau visualisiert. Die Absolvierung von Arbeitsschritten soll allerdings in flexibler Reihenfolge ermöglicht werden.
3. Ob zwei Ansichten (entweder schematische Dokumente oder angereicherte Realität mit relevanten Detailinformationen) von z.B. technischen Zeichnungen und Ortsplänen zur Verfügung stehen müssen, haben wir nicht ausreichend untersuchen können. Aufgrund der aus den Kontextanalysen gewonnenen Erkenntnisse schliessen wir, dass dies gewährleistet werden sollte.
4. Die Navigationshilfe müsste man ausblenden können.

Erkenntnisse zum Interaktionskonzept

1. Im groben Konzept konnten wir bereits beobachten, dass es sich lohnt, das Interface für Augmented Reality in drei Ebene zu konzipieren, weil wir einen Entwurf im dreidimensionalen Raum entwickeln. Erste Erkenntnisse haben

ergeben, dass sich der Benutzer nur auf eine Ebene in einem bestimmten Augenblick fokussieren kann. Je nachdem, auf welches Element die Aufmerksamkeit des Benutzers gelenkt werden soll, muss dieses entsprechend prominent gestaltet werden.

2. Wir haben im Laufe des Walkthroughs beobachten können, dass die zwei Betriebsmodi die Arbeitsprozesse der Benutzer unterstützt haben. Grundsätzlich würden wir die Idee weiterverfolgen. Bei weiteren Iterationen müsste allerdings noch überprüft und validiert werden, wie die Modi ausgelöst werden. Beim Tablet-Prototyp z.B. war der Wechsel zwischen Orientierungs- und Arbeitsmodus leicht nachvollziehbar, da er explizit vom Benutzer durch die Haltung des Tablets ausgelöst würde.
3. Methoden zu unterschiedlichen Interaktionskonzepten wie z.B. Blick-, Gesten- und Sprachsteuerung sowie Touch-Bedienung haben wir nicht ausreichend testen können, um eine valide Aussage zu treffen. Das AR-System müsste jedoch nach unseren Erkenntnissen im besten Fall hands-free bedienbar sein.

Ziel: Wir möchten aufzeigen, welchen Mehrwert ein User-Centered-Vorgehen erzielen kann, indem dadurch Produktionsrisiken minimiert und die Akzeptanz merklich erhöht wird.

Empfehlungen

Unsere Empfehlungen richten sich vor allem nach der Aussage von unserem Stakeholder David Reiser in Bezug auf den richtigen Zeitpunkt, in dem eine Plattform für AR-Softwarelösungen ernsthaft vom Konzern evaluiert werden kann. Nach seiner Einschätzung kann nicht jede Organisationseinheit ein eigenes System entwickeln. Anwendungsfälle müssen zuerst gebündelt werden.⁸² Aus diesem Grund schlagen wir folgende Vorgehensweise vor, die sicherstellen soll, dass eine Lösung eine breite Anwendung in der Organisation findet:

1. Bestimmte Anwendungsfälle können über alle Prozesse der Instandhaltung wie Störungsbehebung, Unterhalt- und Erneuerungsprojekte hinweg gebündelt werden. Eventuell gibt es jedoch auch Anwendungsfälle, die fachbereichsspezifisch sind.
2. Die Bedürfnisse der Benutzer und das Potenzial zur Automatisierung sollten in jedem Fachbereich mit circa fünf Vertretern genau analysiert werden, damit Parallelen innerhalb der Anforderungen in unterschiedlichen Fachbereichen identifiziert werden können. Die Analyse würde man am besten anhand von qualitativen Methoden durchführen, wobei quantitative Methoden wie z.B. Fragebögen auch zum Einsatz kommen könnten.
3. Es braucht eine Superuser-Gruppe (20-50 Mitarbeitende aus jedem Fachbereich) für die Evaluation der Remote-Expert-Funktion anhand eines High-fidelity-Prototypen. In der Arbeit haben wir den Mehrwert dieser Funktion

⁸² Vgl. Stakeholder-Interview mit David Reiser. Transkript siehe Anhang.

für die Kommunikation zwischen Experten und Mitarbeitenden im Feld sehr schnell erkannt. Allerdings war der Reifegrad der Papierprototypen nicht ausreichend, um quantitative Daten für die Evaluation der Effizienzsteigerung zu erheben.

4. Während der Arbeit haben wir den Eindruck gewonnen, dass der Einbezug der Benutzer in die Entwicklung neuer Lösungen wesentlich dazu beiträgt, die Akzeptanz für neue Technologie sicherzustellen.
5. Wir empfehlen aus diesem Grund, ein Kernteam von 20 Mitarbeitenden (ein Vertreter pro Fachbereich) zu rekrutieren, um die Weiterentwicklung des Konzepts zu begleiten. Das erweiterte Konzept würde weitere Funktionen enthalten, z.B. für das Protokollieren von Arbeiten, die Erfassung der Arbeitszeit und die Bestellung von Ersatzmaterial.
6. Anschliessend sollte die Superuser-Gruppe das erweiterte Konzept im Feld anwenden und Feedback geben, damit die Technologie als echtes Hilfsmittel im Arbeitsprozess eingesetzt werden kann.
7. Langfristig empfehlen wir Datenbrillen für Arbeitsprozesse bei der Instandhaltung einzusetzen, damit Mitarbeiter die Hände frei zum Arbeiten haben. Die beiden Geräte, die wir getestet haben, sind aber noch nicht ausgereift genug für den industriellen Kontext. Das Risiko, dass in kürzester Zeit bessere Geräte auf dem Markt verfügbar sind, ist sehr hoch. Um die Akzeptanz bis dahin schrittweise zu erhöhen, könnten optional Handheld-Geräte als Übergangslösung zum Einsatz kommen.

6.2 Feedback des Auftraggebers

Präsentation der Ergebnisse am 24. Januar 2018

Kommentar von Patrick Schwab, SCI Solution Line Infrastrukturbereitstellung, Teamleiter Projektierung, Bau und Unterhalt, sowie von Daniela Kämpf, Agile Coach und Senior Business Analyst bei der SBB AG, Solution Center Infrastruktur:

«Die für diese Masterarbeit gewählte – und für unseren Bereich mehrheitlich neue – Vorgehensweise von Prototyping und Evaluation hat sich als äusserst zielführend und befruchtend herausgestellt. Insbesondere die Art und Weise, wie potenzielle Endbenutzer einbezogen und wie dadurch auch implizite Anforderungen an neue Lösungen erkannt werden können, hat uns überzeugt. Wir werden zukünftig vermehrt auf solche Ansätze zurückzugreifen und auch unser noch eher <traditionelles> Personal schrittweise in diese Richtung weiterbilden.

Bezogen auf das untersuchte Gebiet der Smart-Assistance auf Basis von Augmented Reality gilt es nun noch diverse finanzielle Betrachtung (WIRE, TCO etc.) durchzuführen.

Aus Unternehmenssicht benötigt es wohl relativ hohe Investitionen in die grundlegende Datenaufbereitung und -bereitstellung, damit die in der Masterarbeit untersuchte Funktionalität überhaupt erst realisiert werden kann. Wir sind deshalb gespannt, ob wir auch für solche Arbeiten neue Wege finden, um schnellere oder zumindest weitere Erkenntnisse zu erhalten. Jedenfalls bleiben wir sowohl thematisch als auch methodisch am Thema dran und freuen uns weiterhin über die professionelle, kreative und engagierte Mitgestaltung durch User Experience Mitarbeitende.

Das für die Arbeit gewählte Vorgehen «Design Thinking» ist eine gute Möglichkeit um rasch von komplexen Problemen zu möglichen Lösungen zu gelangen, wobei der User hier ganz klar im Zentrum steht. Gerade im Umfeld von Augmented Reality bietet sich diese Methodik an, da in diesem Bereich bei der SBB noch wenig Erfahrungswerte vorliegen, auf denen sich aufbauen liesse. Wie in den aufgezeigten Lösungsvarianten ermöglicht Design Thinking es dem Team, auch nach erster Einschätzung visionäre Lösungen in Betracht zu ziehen und diese mit sehr wenig Aufwand im Rahmen eines Prototypen umzusetzen und mit dem Benutzer zu testen. Im Rahmen der Tätigkeiten von Agile Coaching dient Design Thinking als Ergänzung zu den bei den SBB bereits etablierten Vorgehen wie der Iteration Zero (von der Produktidee zum Backlog) und den agilen Produktentwicklungsmethoden. Bei der Präsentation der Ergebnisse haben wir einen vertieften Einblick in die Lösungsidee erhalten und eure Arbeit zeigt sehr gut auf, welche Schritte und Methoden zum Einsatz kommen könnten. Das Vorgehen würden wir auch für weitere Produktentwicklungen sehr empfehlen.»

Präsentation der Ergebnisse am 19. Januar 2018

Kommentar von Dr. Daniel Boos, Head of User Experience, SBB AG:

«Die Punkte, die ich in eurer Arbeit spannend finde, sind zum einen die Exploration in verschiedene Fachbereiche, um überhaupt einmal herauszufinden, wo es ein Problem gibt, und um genau dafür eine Lösung zu entwickeln; zum anderen die verschiedenen Prototyping-Varianten mit Tablet und Brille, um die Szenarien durchzuspielen, um zu schauen, wie das genau läuft und funktioniert auf Benutzerseite und zur Validierung der Lösungsideen. Heute gibt es noch keine einfachen Prototyping-Tools für AR-Devices, daher ist so eine Low-Fi-Variante schnell und kostengünstig umsetzbar, bevor man mit dem Programmieren anfängt. Der Vorteil dabei ist, dass man sich auf das Konzept und den Ablauf fokussiert und nicht auf die Technik. Überrascht hat mich vor allem die Aussage der Experten, die u.a. meinten, dass in Zukunft wohl das klassische Display durch Augmented-Reality-Systeme abgelöst werde. Hier hätte ich weniger Promotion und mehr Selbstreflexion aus der Projekterfahrung erwartet – ein Experte sollte das meiner Meinung nach objektiver beurteilen können.

Der Traum ist natürlich immer, dass die Mitarbeitenden nur noch ein Arbeitsgerät benötigen, aber das entspricht natürlich nicht so ganz der Realität und da wäre die Frage interessant, wie wir es schaffen, unterschiedliche Technologien miteinander zu koppeln, um ein konsistentes Erlebnis zu gewährleisten und den Mitarbeitenden bei seiner Aufgabenerledigung zu unterstützen. AR und VR können allein noch keine physischen

Umgebungen manipulieren. AR erweitert primär die Umgebung mit Zusatzinformation. Die Informationen kommen aber mitunter auch von in der Umgebung eingebauten Technologien, bspw. Sensoren, die Zustände messen oder aus der Elektronik, die Zustände verändert. Was oftmals vergessen geht, ist, dass die physische Umgebung bei der Arbeit eine hohe Relevanz hat und die Haptik und Anordnung von Kabeln, Schaltern oder generell die Art der Interaktionen die im Kontext relevante Objekte beeinflussen. AR erlaubt eine gewisse Art von bereits digitalisierten Informationen über die Umgebung darzustellen. Eine interessante Frage für zukünftige Arbeiten könnte sein, wie man digital vorhandene Informationen mit anderen von der Person wahrgenommen Informationen zur Umgebung, wie bspw. Geruch, Wärme oder Feuchtigkeit optimal kombinieren könnte ohne grosse Redundanzen und einen Information-Overload zu generieren. Die Arbeit regt an, sich genau über solche Fragen in Zukunft Gedanken zu machen.

Eure Erkenntnisse sind solide und ihr habt die Auswertung sehr gut und valide aufgezeigt. Was mich noch sehr stark interessieren würde, ist die Erkenntnis, dass Prozesse mit solch einer Technologie effizienter werden. Dazu wären die nächsten Schritte bzgl. der Umsetzung der Anwendung interessant. Ich bin gespannt, wie es da weitergeht und wie man diesen Punkt im Rahmen von Piloten belegen kann.»

6.3 Unsere wichtigsten Learnings

- Der Double-Diamond-Designprozess hat sich als Vorgehen bewährt, denn der Ansatz legt vor allem Wert darauf, im ersten Schritt das richtige Problem zu identifizieren, was bei einem UCD-Prozess wie z.B. nach ISO 9241-210 nicht unbedingt im Fokus liegt. Lean UX hat uns in diesem Vorgehen unterstützt, indem wir Hilfsmittel (Worksheets) daraus zur Formulierung von Problem Statements, Annahmen und Hypothesen einsetzen konnten.
- Eine vertiefte Kontextanalyse ist die Voraussetzung dafür, Use Cases zu identifizieren, die Potenzial für eine Technologie wie AR bieten und einen Mehrwert im Arbeitsprozess der Benutzer generieren sollen.
- How-might-we-Fragen haben uns ermöglicht, Pain Points in Lösungsvorschläge zu übersetzen. Auch wenn SOLL-Szenarien einen ähnlichen Zweck erfüllen, fanden wir erstere vor allem für die Entwicklung des Testskripts besser geeignet.
- Beim Low-Fidelity-Prototyping sind wir uns unschlüssig, ob sich diese Methode tatsächlich bereits zur Evaluation eines Gerätetyps eignet, weil die Diskrepanz zu einer finalen Lösung doch sehr hoch ist. Nachdem wir einen Low-fidelity-Prototypen einer Datenbrille und nachfolgend die HoloLens als High-fidelity-Prototypen getestet hatten, erhielten wir widersprüchliche Aussagen zur Akzeptanz aus Sicht der Benutzer. Dies fassen wir als Kriterium auf, dass sich die Methode zwar gut dafür eignet, ein grobes Konzept kostengünstig zu validieren, jedoch eine gesamtheitliche Betrachtung inklusive High-fidelity-Prototyping notwendig ist, um Schlussfolgerungen zur Geräteauswahl zu treffen.

- Die Wizard-of-Oz-Methode hat sich zusammen mit dem Papierprototypen als Methode zur Validierung sehr bewährt. Wir waren damit beim ersten Walkthrough in der Lage, verschiedene Formen von Benutzereingaben zu testen und ein komplexes System nachzuahmen, sodass Benutzer beurteilen konnten, ob ihr Workflow dadurch unterstützt werden könnte.
- In Bezug auf neue Interaktionsmöglichkeiten haben wir vielfältige Stolpersteine bei Benutzern entdecken können: z.B. das Tragen von Gleitsichtbrillen in Kombination mit Datenbrillen, Schwierigkeiten bei der Gestensteuerung etc.
- Neue Technologien wie Augmented Reality bieten Verbesserungspotenzial, um den Arbeitsprozess von Mitarbeitenden zu optimieren und effektiver zu gestalten, z.B. durch die Vermeidung von Medienbrüchen, durch die Visualisierung von unsichtbaren physischen Systemen aus der realen Welt sowie durch die Nutzung von Zustandsdaten in Echtzeit. Die Hardware für solche Systeme ist jedoch noch nicht vollumfänglich ausgereift für den industriellen Kontext.
- Durch ein UCD-Vorgehen kann die Akzeptanz für neue Technologien schrittweise erhöht werden, da die kontinuierliche Zusammenarbeit mit einer Benutzergruppe Vertrauen aufbaut und Raum für Feedback und Dialog schafft.
- Mit einem UCD-Vorgehen haben wir zwar einen Mehrwert sowohl für den Auftraggeber als auch für den Benutzer erzielt, doch hat unser Vorgehen eine beachtliche Investition an Zeit gefordert. Um zu gewährleisten, dass der UCD-Ansatz im Unternehmen weiterverfolgt wird, müsste man aufzeigen können, dass das Vorgehen mit einem hohen Return on Investment verbunden ist. In Zukunft würden wir überlegen, wie wir mit weniger Aufwand ähnlich qualitative Ergebnisse liefern können.

Weitere Sach-, Leistungs-, Team- und Lernreflexionen befinden sich im Anhang Kapitel [12 Reflexionen](#).

7 Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei den Personen bedanken, die zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen haben.

Unser Coach Toni Steimle hat uns mit Rat und Tat zur Seite gestanden, wenn wir uns ab und an unschlüssig über das weitere Vorgehen und bzgl. der Methodenauswahl waren. Auch haben wir über unser Thema hinaus sehr spannende und philosophische Gespräche über gesellschaftliche Aspekte von immersiven Technologien mit ihm geführt, die uns in unserer Arbeit sehr bereichert haben. Merci vielmal!

Unsere Stakeholder haben es ermöglicht, dass wir unsere Arbeit nach einem UCD-Vorgehen umsetzen konnten. Vielen Dank für das in uns gesetzte Vertrauen und die konstruktive Kollaboration, insbesondere an unseren Auftraggeber Patrick Schwab, an unsere Interviewpartner Dr. Tobias Gamisch, Tobias Gerber, David Reiser sowie an Michael Habermacher und an sein Team in Luzern. Von unseren Experten aus dem Bereich Augmented Reality haben wir grundlegendes Wissen und einen Überblick zu Anwendungsbeispielen vermittelt bekommen. Herzlichen Dank an Lukas von Niederhäusern, Hugo Schotman, Dr. Peter Lenhart, Dr. Robert Adelman, Dr. Lukas Zimmerli, Ines Lindner und Tobias Walter für ihre Insights. Des Weiteren wurden auch mögliche Methoden genannt, die uns dabei geholfen haben, unsere Ziele innerhalb der Arbeit zu erreichen. Einen vertieften Einblick in Game Design Patterns gewährte uns David Aerne. Das Wissen konnten wir sinnvoll für die Konzeptphase einsetzen.

Für die zahlreichen Auswertungen und für die Vorbereitung unserer Aktivitäten durften wir die Räumlichkeiten in der Agentur Ginetta nutzen, wo uns ein guter Kaffee auch stets mit neuen Kräften beflügelt hat. Ein ganz besonderer Dank gilt auch unserem Lektor Dr. Lukas Germann, der uns vor den Tücken der deutschen Rechtschreibung bewahrt und unsere Arbeit lektoriert hat.

Vielen herzlichen Dank für eure Unterstützung!

8 Literatur- und Abbildungsnachweis

8.1 Literaturverzeichnis

Adelmann, R. (2017). Die Zeit ist reif für AR – Augmented Reality und Mixed Reality im Überblick. Zürich: Verlag Neue Mediengesellschaft.

Beyer H., Holtzblatt K. (1998). Contextual Design: Defining Customer Centered Systems. San Diego: Academic Press.

Buxton, B. (2012) Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design. Amsterdam: Elsevier Science.

Cooper, A. (1999) The Inmates Are Running the Asylum. Why High-Tech Products Drive Us Crazy And How to Restore the Sanity (E-Book).

Cooper A., Reimann R., Cronin D. (2010). About Face – Interface und Interaction Design. Frechen: mitp.

Goodwin, K. (2009). Designing for the Digital Age. How to Create Human-Centered Products and Services. Indianapolis: Wiley Publishing.

Gothelf, J., Seiden, J. (2015). Lean UX: Mit der Lean-Methode zu besserer User Experience. Frechen: MITP Verlags GmbH & Co. KG. (E-Book).

Gothelf, J., Seiden, J. (2016) Lean UX: Designing Great Products with Agile Teams. Second Edition. O'Reilly Media (E-Book).

Greenberg, S., Carpendale, S., Marquardt, N. & Buxton, B. (2012) Sketching user experiences: The Workbook. Amsterdam: Elsevier Science.

Guggisberg, V. (2017). Vom Mobile Worker zum Augmented Worker; in: Wilbers, K. (Hrsg.); Handbuch E-Learning, Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis – Strategien, Instrumente, Fallstudien. Köln: Wolters Kluwer.

Hübscher, C. (2015) Skript UCD II. Kapitel 4 Grundprinzipien der Design-Phase im UCD (PDF).

Hübscher, C. (2016/17). Skript UCD II, MAS HCID <Vorgehensmodelle II> (PDF).

Jacobsen, I., Spence, I., Bittner, K. (2011). Use-Case 2.0: The Guide to Succeeding with Use Cases. (E-Book).

Landay, J., Myers, B. (1996). Sketching storyboards to illustrate interface behaviors. CHI '96 Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM.

Livingston, M. A., Gabbard, J. L., Swann II, J. E., Sibley, C. M. und Barrow, J. H. (2013). Human Factors in Augmented Reality Environments. New York, Heidelberg, Dordrecht, London: Springer.

Maulsby, D., Greenberg, S. and Mander, R. (1993). «Prototyping an intelligent agent through Wizard of Oz.» In ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Amsterdam: ACM Press.

Mayhew, D. J. (1999) The Usability Engineering Lifecycle. Burlington: Morgan Kaufmann.

Richter, M., Flückiger, M. (2013). Usability Engineering kompakt. Berlin, Heidelberg: Springer.

Rollings, A.; Ernest A. (2006). Fundamentals of Game Design. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Schart, D., Tschanz, N. (2018). Augmented und Mixed Reality. Konstanz, München: UVK.

Steimle, T., Wallach, D. (2018). Collaborative UX Design: Lean UX und Design Thinking: Teambasierte Entwicklung menschenzentrierter Produkte. Heidelberg: dPunkt.

Tönnis, M. (2010): Augmented Reality: Einblicke in die erweiterte Realität. Berlin, Heidelberg: Springer.

Verhein-Jarren, A. (2016): Masterarbeit schreiben. Teil 1 – Fokus Schreibprozess Recherche und Schreibkonzeption. HSR Hochschule für Technik Rapperswil (PDF).

8.2 Abbildungsverzeichnis

Titelbild und Kapitelanfänge: Die Fotos wurden von den Projektbeteiligten zur Visualisierung des Vorgehens mithilfe von LEGO- und DUPLO-Figuren angefertigt. Dieser Bericht ist unabhängig und wurde von der LEGO Gruppe weder autorisiert noch gesponsert.

Abb. 1: Übersicht der Kernprozesse Störungsbehebung, Unterhalt und Erneuerung aus der SBB Präsentation «Herausforderung bei der Instandhaltung der SBB Infrastruktur», Fotos: © SBB CFF FFS

Abb. 2: Grafik basierend auf dem Double Diamond vom British Design Council, 2014 und dem Double Diamond Revamped von Dan Nessler, 2016

Abb. 3: Projektplanung nach Double-Diamond-Designprozess und Integration von Arbeitspaketen, Methoden und Dokumentation

Abb. 4: Die im Kapitel 3 behandelten Aspekte des Double-Diamond

Abb. 5: Das Affinity Diagramm in der Entstehung

Abb. 6: Erfahrung der Experten

Abb. 7: Das Reality–Virtuality Continuum von Paul Milgram und Fumio Kishino, 1994

Abb. 8: im Uhrzeigersinn v.l.n.r.: Interviewpartner Hugo Schotman, Dr. Robert Adelman, Dr. Peter Lenhart, Tobias Walter, Lukas von Niederhäusern, Ines Lindner und Dr. Lukas Zimmerli

Abb. 9: Die im Kapitel 4 behandelten Aspekte des Double-Diamond

Abb. 10: v.l.n.r.: Interviewpartner Tobias Gamisch, Tobias Gerber und David Reiser

Abb. 11: Collage der Kontextanalysen mit Probanden aus der Streckeninspektion (oben) und SIOP-B-Prüfung (unten), Gruppenfoto der Projektbeteiligten mit Streckeninspektor:
© Martin Hertig

Abb. 12: Collage der Kontextanalysen mit Probanden aus der Elektro- und Netzwerkinstallation (oben) und beim Helpdesk für Lokführer (unten)

Abb. 13: Im Uhrzeigersinn v.l.n.r.: Use Case Diagramme für Streckeninspektion, Netzwerk- und Elektroinstallationen, SIOP-B Prüfung und Helpdesk der Lokführer

Abb. 14: Auswertung und Platzierung von Verhaltensmustern der Probanden innerhalb der Variablen auf der Bereichsskala

Abb. 15: Identifizierte Verhaltensmuster, aus denen die primäre und sekundäre Persona abgeleitet wurden

Abb. 16: Überblick über die Systeme von Telecom und Elektroanlagen, die von den Fachbereichen am Bahnhof, im Gleisfeld, im Tunnel, auf der Strecke und in Bürogebäuden schweizweit betreut werden.

Abb. 17: Die User Journey in der Entstehung

Abb. 18: Die fertige User Journey Map für die Situation «Anzeigetafel reparieren» anhand von zwei Personas, David (a.) und Ruedi (b.)

Abb. 19: Die im Kapitel 5 behandelten Aspekte des Double-Diamond

Abb. 20: Kollaboratives Brainstorming in Google Slides mithilfe von How-might-we-Fragen

Abb. 21: Tom Clancy's Endwar – Voice Command Trainer

Abb. 22: Lifeline - Menü mit vorgeschlagenen Sprachbefehlen

Abb. 23: Konzept der drei Ebenen

Abb. 24: Links die gedruckte Visio-Zeichnung, rechts eine Konzeptskizze mit Detailansicht der hervorgehobenen Verbindung

Abb. 25: Auszüge aus dem Konzept «Erkundungstour». Dieses lässt dem Benutzer mehr Freiheit, die Arbeitsschritte in beliebiger Reihenfolge zu absolvieren. Die komplette Verbindung mit sämtlichen Checkpoints ist von Anfang an abrufbar (links unten).

Abb. 26: Auszüge aus dem Konzept «Schnitzeljagd», bei dem der Benutzer in einer festen Abfolge von Checkpoint zu Checkpoint geführt wird. Per Sprachbefehl signalisiert der Benutzer, dass er zum nächsten Checkpoint gelangen möchte.

Abb. 27: Wireframe für eine Vordergrund-Folie in der Entstehung

Abb. 28: Zwei Konzepte im Vergleich. Links eine Vordergrundfolie des «Schnitzeljagd»-Konzepts, rechts des «Erkundungstour»-Konzepts. Beide Folien werden im Arbeitsmodus angezeigt.

Abb. 29: Vorbereitung der Mittelgrundelemente

Abb. 30: Unsere Arbeitsmittel für den Usability Walkthrough im Überblick: Kontext-Plakate; Folien mit AR-Elementen und Kartonrahmen mit Halterung für den Tablet-Prototypen; Head-Mounted-Prototyp aus Karton, interaktive Elemente mit Markierung an Sticks befestigt und Folien mit AR-Elementen sowie Testskript und GoPro-Kamera zur Dokumentation

Abb. 31: Die Projektbeteiligten und die Testteilnehmer während dem Usability Walkthrough mit Prototyp für Datenbrille (obere Reihe) und Tablet (untere Reihe)

Abb. 32: Vergleich Microsoft HoloLens und ODG R-7 Datenbrillen

Abb. 33: Benutzer mit HoloLens (linke Reihe) führen die Aufgaben aus, während die Experten aus der Ferne via Skype Call im separaten Raum Aufgaben durchgeben und einzelne Komponenten im Test-Setup markieren (rechte Reihe)

Abb. 34: Porträts der Testteilnehmer mit HoloLens (obere Reihe) und ODG-R7 (untere Reihe) zum Vergleich der Aussenwirkung

9 Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätigen wir, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt haben. Die Stellen der Arbeit, die anderen Quellen im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, sind durch Angaben der Herkunft kenntlich gemacht. Dies gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen sowie für Quellen aus dem Internet.

Rapperswil, 31.01.2018

Jessica Goodson

Sibylle Trenck

Anhang

Inhalt

1 Organisation	3
1.1 Risikoliste	3
1.2 Projektplanung	5
2 AR-Technologien	7
2.1 Darstellung virtueller Objekte	7
2.2 Tracking	8
2.3 Eingabe und Interaction	9
2.4 Datenbrillen im Vergleich	10
3 Experten-Interviews	11
3.1 Interview-Leitfaden	11
3.2 Interview mit Lukas von Niederhäusern	13
3.3 Interview mit Hugo Schotman	14
3.4 Interview mit Dr. Peter Lenhart	20
3.5 Interview mit Dr. Robert Adelman	32
3.6 Interview mit Dr. Lukas Zimmerli	40
3.7 Interview mit Ines Lindner	42
3.8 Interview mit Tobias Walter	47
3.9 Themen-Clustering	50
4 Stakeholder-Interviews	63
4.1 Interview Leitfaden	63
4.2 Interview David Reiser	65
4.3 Interview mit Tobias Gamisch	69
4.4 Interview mit Tobias Gerber	70
4.5 Key Findings	71
5 Kontextanalyse 1. Runde	73
5.1 Kontextanalyse Leitfaden	73
5.2 Streckeninspektion	77
5.3 Elektro- und Netzwerkinstallationen	80
5.4 SIOP-B-Prüfung	84
5.5 Helpdesk Assistance für Lokführer	88
5.6 Entscheidungsmatrix	91
6 Kontextanalyse 2. Runde	93
6.1 Störungsmeldungen beim Pikettdienst	93

7 Work-Reengineering	97
7.1 Journey Map	97
7.2 Analyse IST-Zustand	99
7.3 SOLL-Szenario	100
8 Brainstorming	104
9 Konzept 1. Iteration	109
9.1 Konzeptskizzen	109
9.2 Ausarbeitung Prototypen	115
10 Validierung 1. Iteration	123
10.1 Testskript Usability Walkthrough	123
10.2 Auswertung	126
11 Validierung 2. Iteration	137
11.1 Testskript Usability Walkthrough	137
11.2 Auswertung	142
12 Reflexion	150
12.1 Sachreflexion: Discover & Define	150
12.2 Sachreflexion: Develop & Deliver	152
12.3 Leistungsreflexion	154
12.4 Team- und Lernreflexion	156
13 Einverständniserklärung Probanden	158
14 Glossar	160

1 Organisation

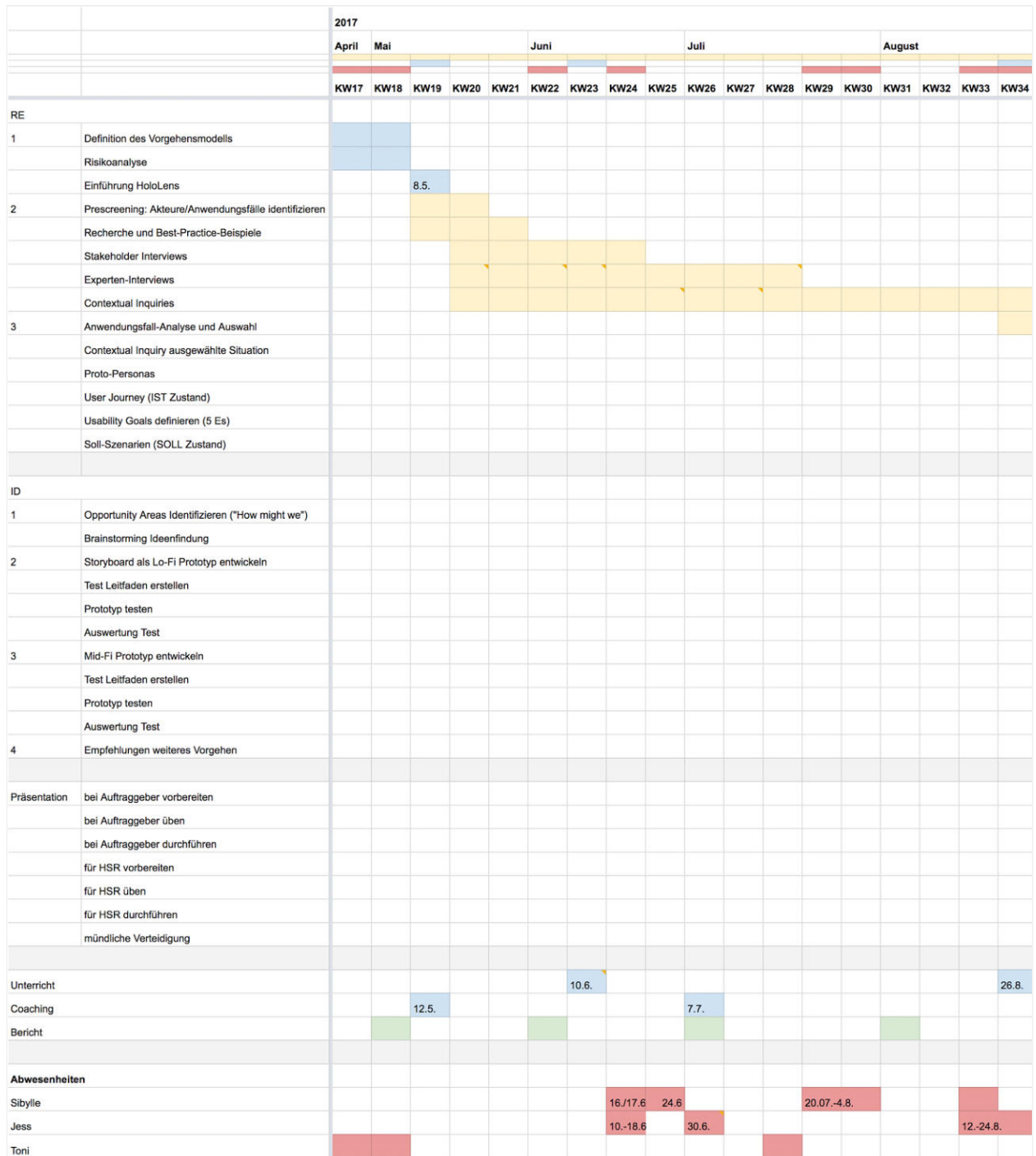
1.1 Risikoliste

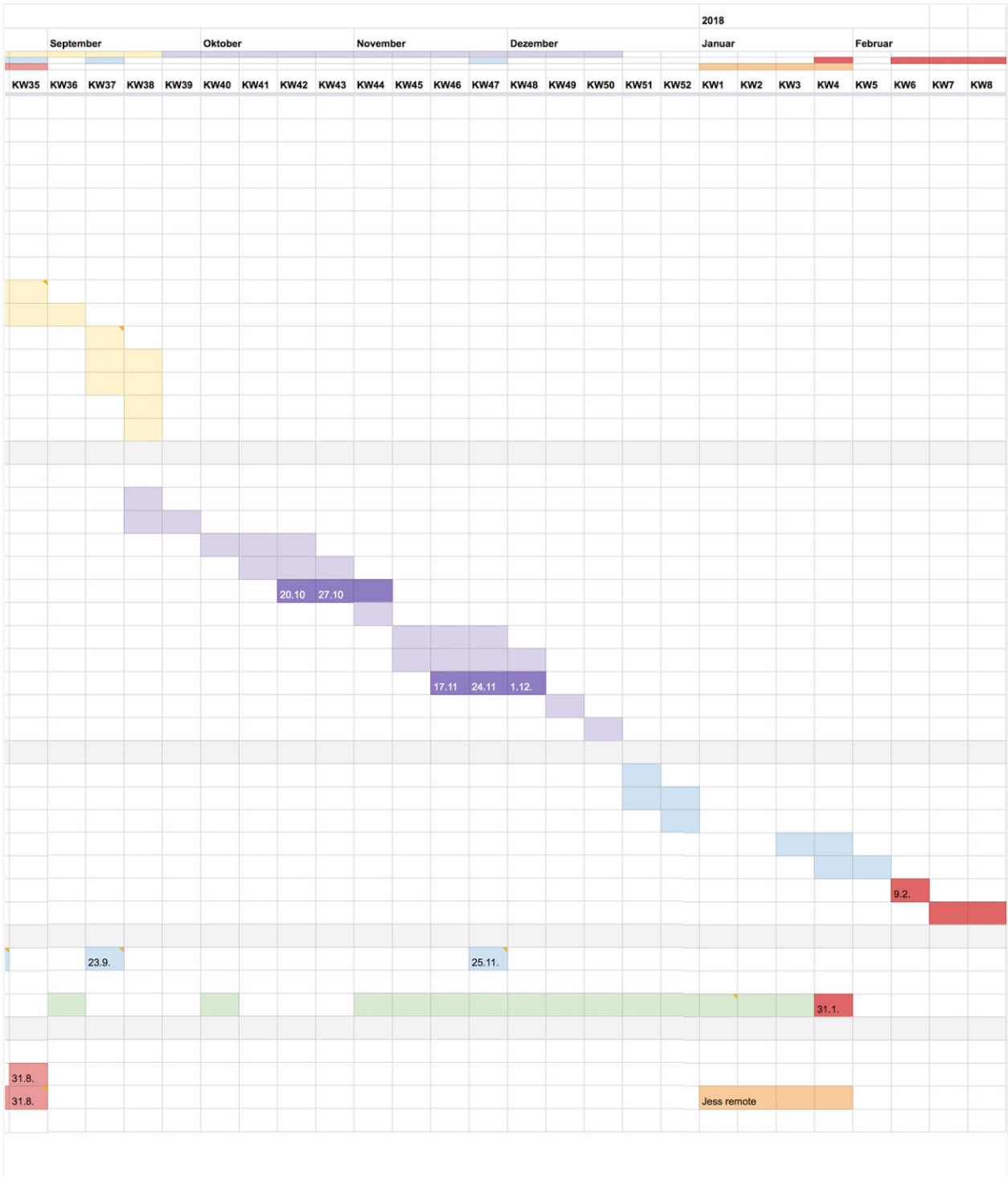
	Risiko	p^1	Geplante Mitigation
Projekt	Problem-/Fragestellung wird alleine durch Stakeholdern formuliert	Hoch	Research-Phase zur Schärfung des Problems durchführen
	Relevante User (Cargo, Personenverkehr, Immobilien, Infrastruktur) stehen zeitlich nicht zur Verfügung	Hoch	1. Unserem Koordinator vor Ort alle vorhergesehene Termine frühzeitig durchgeben. 2. Ein Pool von x Benutzern anfragen
	Wir beziehen zu wenige User ein (Sample-Grösse ungenügend)	Hoch	Frühzeitig definieren, wie viele angemessen wäre
	Umfang des Projekts zu breit	Hoch	Scope laufend während der Kontextanalyse bei Bedarf auf bestimmte Use Cases, z.B. Remote Expert, sicherheitsrelevante Warnmeldungen eingrenzen.
	Testpersonen möchten sich beim Interview nicht aufnehmen lassen	Mittel	Wir drucken vorher den Fragebogen aus. Einer übernimmt die Rolle des Protokollanten. Wir fragen, ob wir eine Audio- wenn keine Video-Aufnahme machen dürfen.
	Probanden springen ab/können geplante Termine doch nicht wahrnehmen	Mittel	Kontakt mit den Probanden bzw. mit ihren Betreuern persönlich aufnehmen.
	Auftraggeber hat zu wenig Zeit, um uns punktuell Feedback/Validierung zu geben	Mittel	Wir bleiben hartnäckig
	Wir können keinen Prototyp bauen, der eine Arbeitssituation realistisch simuliert	Mittel	Wir überlegen uns frühzeitig, welche Art Prototyp (z.B. horizontal oder vertikal, lo-fi, etc...) wir nutzen können, um nützliche Ergebnisse zu erzielen
Arbeiten im Team können wir nicht sinnvoll parallelisieren	Mittel	Im Vorfeld klären, in welchem Bereich Teammitglieder sich am stärksten	

¹ p = Wahrscheinlichkeit

			einbringen können. Überlegen, wann es Sinn macht, als Pair zu arbeiten (bzw. im Workshop, damit gleicher Wissensstand)
	Team macht Pro/Contra-Absprachen	Mittel	Wir testen mit Benutzern einzeln, um valide Erkenntnisse zu erhalten
	Wir verstossen bei der Wahl der Testpersonen (externen) gegen den NDA	Tief	NDA sorgfältig durchlesen und ggf. Massnahme treffen: z.B. Testpersonen unterschreiben auch NDA.
Produkt	Inventardaten werden ungenügend durch Zustandsdaten ergänzt und beschrieben oder können nicht in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden	Hoch	Testen der Anforderungen und die Bedienbarkeit mithilfe von High-Fidelity-Prototypen und mit Anwendern
	Der richtige Zeitpunkt zur Standardisierung der Systeme und für Investitionsmassnahmen wird verpasst	Hoch	Bündelung von Anwendungsfällen, Auswertung und Dokumentation der Anforderungen und Evaluation einer Plattform via Ausschreibung
	Das Interface optimieren wir auf zu spezifische Bedürfnisse der beobachteten Benutzer	Hoch	Andere/Zusätzliche Personen für den Walkthrough/Usability Test rekrutieren
	Bedürfnisse der User stehen nicht mit den Anforderungen des Auftraggebers im Einklang	Mittel	Prüfen und validieren, ob Akzeptanz vorhanden wäre
	Identifizierte Optimierungen können aufgrund von internen Bestimmungen zu Business-Prozess Reengineering (Automatisierung) nicht umgesetzt werden	Mittel	Zwischendurch Rücksprache mit dem Auftraggeber halten, um sicherzustellen, dass sich unsere Vorschläge im Rahmen des Möglichen halten.
	Unsere Lösung ist technisch nicht umsetzbar	Mittel	Technische Machbarkeit mit Auftraggeber frühzeitig klären

1.2 Projektplanung





2 AR-Technologien

Das Buch *Augmented Reality: Einblicke in die erweiterte Realität* von Marcus Tönnis, wenn auch inzwischen sieben Jahre alt, hat uns einen umfassenden Überblick über die Thematik gewährt. Im Folgenden findet sich eine Zusammenfassung der Konzepte, die wir in Bezug auf unsere Arbeit für relevant erachtet haben, unterteilt nach den wichtigsten Bestandteilen von Augmented Reality gemäss Tönnis: «Zu Realisierung von AR-Systemen werden verschiedene Komponenten benötigt, die sich in drei Bereiche einteilen lassen: *Darstellung*, *Tracking* und *Interaktion*.»²

2.1 Darstellung virtueller Objekte

Die Überlagerung von virtuellen Objekten in einem realen Kontext bedingt zwei Hauptelemente: «softwaretechnische Grundlagen für den Umgang mit räumlichen Strukturen und die Hardware, auf der die Ausgaben dargestellt werden.»³

Eine virtuelle Kamera rendert einen dreidimensionalen Raum auf einem zweidimensionalen Display und zeichnet sich durch zwei Parameter aus: die extrinsischen Parameter (Ort und Lage der Kamera im Raum) und die intrinsischen Parameter (Abbildungseigenschaft der Kamera, wie z.B. Brennweite, Bildmitte und Schräglage). Durch die Korrelierung dieser Parameter ist das AR-System in der Lage, ein echtes Bild mit realistischen computergenerierten Objekten zu überlagern. Bei räumlichen Transformationen, wie dem Verschieben und Platzieren von virtuellen Objekten, sind zusätzliche Berechnungen notwendig, um eine überzeugende Darstellung zu erzeugen.

2.1.1 Augmented Reality Displays

Bei Display-Technologien gibt es zwei Prinzipien der Überlagerung: «Überlagerung der freien Sicht oder Überlagerung eines Videobildes. Die zugehörigen Displays sind Optical See-Through Displays und Video See-Through Displays.»⁴

Head-Mounted-Displays (HMD) für Augmented Reality verwenden Optical See-Through Displays. Der Vorteil ist, dass der Benutzer seine Umgebung direkt sieht. Auf der anderen Seite führt die konstante Neuberechnung von Position und Lage zu einer wahrnehmbaren zeitlichen Verzögerung, die die Illusion der Koexistenz realer und irrealer Elemente beeinträchtigen kann.

Bei umgebungs-fixierten *Displays* ist der Benutzer nicht dazu gezwungen, ein Display auf dem Kopf zu tragen. Diese Art Display befindet sich an fester Position in der Umgebung des Benutzers, z.B. an der Schutzscheibe eines Autos oder der Frontscheibe eines Flugzeugs. *Head-Up-Displays* (HUD) sind dafür ein gutes Beispiel. In HUDs werden «symbolische Informationen, wie etwa die gefahrene Geschwindigkeit und Navigationshinweise angezeigt. Vorteile der

² Tönnis, M. (2010): *Augmented Reality: Einblicke in die erweiterte Realität*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. S.6 [Betonung von uns]

³ ebd. S.7

⁴ ebd. S.21

Informationsbereitstellung im HUD sind kleine Blickwinkel und geringere Fokussierungszeiten, weil das Display in einer größeren Entfernung erscheint als Innenraumdisplays.»⁵

Handheld-Geräte verwenden Video See-Through Displays, die auf die im Gerät enthaltene Kamera zurückgreifen und dem Benutzer ein aufgenommenes Bild der Realität präsentieren. Bei Video See-Through Displays können Verzögerungen und «Schwimmeffekte» kompensiert werden. Der Benutzer erlebt stattdessen eine Verzögerung in Bezug auf seine Bewegungen und die Realität, die er durch die Kamera wahrnimmt. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Systeme «zeigt sich in der Tauglichkeit für mehrere Benutzer.»⁶

2.2 Tracking

Tracking bezeichnet den Prozess der (geräteeigenen) Lagebestimmung und ist laut Tönnis die zweite Hauptzutat in der Augmented Reality. Im Einzelnen sind zwei Arten von Tracking für AR-Systeme relevant: optisches Tracking und Tracking mit Inertialsensoren.

2.2.1 Optisches Tracking

Optisches Tracking (im Bereich des sichtbaren Lichts) wird häufig verwendet, u.a. weil dasselbe Bild für Tracking und Überlagerung genutzt werden kann. Der Benutzer sieht zudem, was das System sieht. So fällt es ihm leichter, Zusammenhänge zwischen realer Welt und virtuellen Objekten nachzuvollziehen.

Bei markerbasiertem Tracking werden physikalische Objekte mit virtuellen Elementen überlagert. Es ist von Anfang an klar, wonach das System sucht. Der zu trackende Gegenstand wird entweder mit einem Muster oder mit einer reflektierenden Oberfläche versehen, damit seine Position, Orientierung und ggf. Rotation vom System errechnet werden können.

Markerloses Tracking galt im Jahr 2010 als «Königsdisziplin»⁷. Bei diesem kann das System ohne die Hilfe von Markern natürliche Merkmale eines Objekts erkennen und davon Informationen ableiten, die zur Bestimmung der Lage notwendig sind. Anders gesagt muss eine markerlose Anwendung z.B. anhand eines Erkennungsalgorithmus Objekte identifizieren, die vorher nicht bereits bekannt sind.

Google Tango, neuerdings ARCore, ist eine Plattform, die einer Mobile-Anwendung ermöglicht, die Position und Ausrichtung des Geräts im Raum mithilfe von Computer Vision zu verfolgen. Dies ist unter anderem deshalb interessant, weil ein markerloses Tracking für Handheld-Geräte geboten wird. Da die Nutzung von Tango besondere Hardware wie Tiefensensor oder zusätzliche Kameras zur Voraussetzung hatte, hat Google den Kurs ab Mitte 2017 leicht geändert und die Marke Tango eingestellt. Bei der in ARCore umgetauften Plattform ist die Hardware-Bedingung

⁵ ebd. S.27

⁶ Tönnis, M. (2010): Augmented Reality: Einblicke in die erweiterte Realität. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. S.30

⁷ ebd. S.51

entfallen. Die Plattform soll somit im grösserem Mass für Smartdevices auf Android-Betriebssystemen einsetzbar sein.⁸

2.2.3 Inertialtracking

Handheld-Geräte werden mit immer anspruchsvolleren Inertialsensoren ausgestattet. «Dabei handelt es sich um Sensorsysteme, welche mithilfe von Gyroskopen oder Beschleunigungssensoren Rotations- und Translationsbewegungen messen. Dadurch lässt sich die Position eines Objektes in Bezug zu dessen Ausgangspunkt ermitteln.»⁹ Durch die Koppelnavigation wird somit die Lage von einem sich bewegenden Objekt ohne externe Referenzen kontinuierlich berechnet. Wenn Informationen zu allen sechs möglichen Freiheitsgraden (Six Degrees-of-Freedom, oder «6 DoF») ermittelt werden können, heisst das, dass das Tracking System dazu in der Lage ist, Bewegungen über alle drei Achsen zu erkennen: Vorwärts- und Rückwärts-Bewegungen sowie Bewegungen nach oben, nach unten, nach links und nach rechts.¹⁰

2.3 Eingabe und Interaction

Derzeit gibt es mehrere Möglichkeiten, mit einem Augmented-Reality-System zu interagieren. Ein System, das z.B. die Blicksteuerung (auch bekannt als Gaze-Steuerung) nutzt, verfolgt mithilfe einer Kamera die Kopfbewegungen des Benutzers. Mit der Blickausrichtung steuert der Benutzer das Element an, das er im Interface selektieren möchte. Der Punkt, auf den der Benutzer fokussiert, wird visuell als Cursor dargestellt. Manche AR-Systeme verwenden Blick- in Kombination mit Gesten- oder Sprachsteuerung, um ein Element auszuwählen. Bei anderen AR-Systemen muss der Blick einige Sekunden lang auf dem Element verweilen, damit es selektiert wird.

AR-Systeme können je nachdem auch ohne Blicksteuerung bedient werden. Mithilfe von eingebauten touch-empfindlichen Flächen bzw. Peripheriegeräten können manche AR-Brillen wie auch Handheld-Geräte per Touch bedient werden. Eine Art virtuelle Touch-Bedienung ist auch möglich, indem die Hände vom Benutzer zusätzlich getrackt werden. So können Interface-Elemente virtuell berührt werden. Interessant in dieser Kategorie ist der Hersteller Meta, der eine «natürliche Maschine» ohne steile Lernkurve anstrebt. Das hat aus Sicht des Unternehmens den Vorteil, dass das Gerät die Hände des Benutzers verfolgt, da exploratives Berühren von Objekten ein zentrales und intuitives Konzept der menschlichen Interaktion ist.¹¹







⁸ <https://medium.com/super-ventures-blog/how-is-arcore-better-than-arkit-5223e6b3e79d>, Stand 6.1.2018

⁹ Schart, D., Tschanz, N. (2018) Augmented und Mixed Reality. Konstanz, München: UVK. S. 51

¹⁰ ebd. S.46

¹¹ Gribetz, M. (2017). Ted Talk. Ein Blick in die Zukunft durch einen «Augmented-Reality»-Headset, https://www.ted.com/talks/meron_gribetz_a_glimpse_of_the_future_through_an_augmented_reality_headset?language=de. Stand 26.1.2018

2.4 Datenbrillen im Vergleich

					
Mensch mit Korrekturbrille	Microsoft HoloLens*	MetaVision Meta 2*	Daqri Smart Glasses*	ODG R-9	Magic Leap One**
Sehen 110° hor.	30°	90°	44°	50°	120°
	1268 x 720 px	2560 x 1440 px	1360 x 768 px	1268 x 720 px	1920 x 1080 px
Hören	4 Mikrofone	3 Mikrofone	2 Mikrofone	2 Mikrofone,	n.v.
	Störgeräusch- unterdrückung	Störgeräusch- unterdrückung	Störgeräusch- unterdrückung	Störgeräusch- unterdrückung	n.v.
	Eingebauter Lautsprecher, 360° Spatial Audio	Eingebauter Lautsprecher	Eingebauter Lautsprecher	Eingebauter Lautsprecher	n.v.
ca. 30 g	579 g	500 g	335 g + 496 g	180 g	n.v.
Kabellos	kabellos	kabellos	kabelgebunden, aber tragbar	kabellos	kabelgebunden, aber tragbar
USD 50-500	USD 3000	USD 1495	USD 5000	USD 2000	USD 1000-1500

* Developer Edition zum Zeitpunkt der Berichtslegung

** Daten nicht publiziert zum Zeitpunkt der Berichtslegung

3 Experten-Interviews

Hugo Schotman, Peter Lenhart, Robert Adelman, Lukas Zimmerli, Ines Lindner und Tobias Walter haben wir u.a. anhand des Leitfadens Fragen zum Thema Augmented Reality gestellt. Lukas von Niederhäusern haben wir ganz am Anfang zunächst informell befragt. Die dazu notierten Erkenntnisse haben wir anschliessend hinzugefügt.

Der Leitfaden orientiert sich an den «Cheat Sheet» für Interviewfragen von Kim Goodwin.¹² Zusätzlich zur Beantwortung der untenstehenden Fragen konnten wir aus manchen Interviews noch weitere Erkenntnisse gewinnen, abhängig vom Schwerpunkt des jeweiligen Experten. Aus diesem Grund haben wir nachfolgend die Transkripte in voller Länge aufgeführt.

3.1 Interview-Leitfaden

3.1.1 Allgemeine Fragen

1. Was ist Ihre Rolle in diesem Bereich?
2. Was haben Sie vorher gemacht?
3. Wie stellen Sie sich einen Einsatz mit Augmented Reality vor? Oder haben Sie bereits AR-Anwendungen (mit-)entwickelt, in welchem Kontext wurden die Anwendungen eingesetzt?
4. Welchen Mehrwert hätte eine solche Lösung aus Ihrer Sicht? (Was wird damit erreicht?) / Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz im genannten Kontext?
5. Was können wir mit AR nicht erreichen?
6. Wenn bereits Erfahrung besteht: Welche Technologie kam zum Einsatz: Tablets, Head-Mounted-Displays, andere?
7. Wer sind die Benutzer des Systems, wie haben sich die Arbeitsprozesse durch die Technologie verändert?
8. Gibt es aus Ihrer Sicht Bedenken bzgl. Augmented Reality Anwendungen und deren Einsatz bei der SBB?
9. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die Einführung erfolgreich sein kann?
10. Welchen Business Case gibt es für einen Einsatz mit AR?

¹² Goodwin, K. (2009). Designing for the Digital Age. How to Create Human-Centered Products and Services. Wiley. S. 80-81

11. Was wäre für Sie persönlich eine Erfolgsgeschichte mit AR? Wie lautet die Schlagzeile im Mitarbeitermagazin?
12. Dürfen wir Sie bei allfälligen weiteren Fragen kontaktieren?
 - a. (Später angefügt) In welchem Jahr haben Sie die erste AR-App (mit-)entwickelt?
 - b. (Später angefügt) Haben Sie seither mehrheitlich Anwendungen für Fachspezialisten (interne Anwendungen für Unternehmen) oder für Endverbraucher (Consumer Products) konzipiert?

3.1.2 Spezifische Fragen für AR Experte

1. Was ist der Unterschied zwischen Augmented und Mixed Reality?
2. Wieso ist Augmented Reality aktuell in aller Munde?
3. In welchen Formen haben Sie selber Gelegenheit gehabt, AR auszuprobieren? Wie haben Sie es gefunden?
4. Ist der Markt Ihrer Meinung nach reif für den Einsatz einer solchen Technologie?
5. Welche Hürden gibt es noch zu überwinden?
6. Insbesondere interessieren wir uns für das Thema Akzeptanz.
 - a. Wenn bereits Erfahrung besteht: Haben Sie die Benutzer in die Entwicklung einbezogen? Sind währenddessen Akzeptanzprobleme aufgetreten? Wenn ja, wie sind Sie damit umgegangen?
7. Wie stellt man bei einer AR Lösung sicher, dass diese bei den Benutzern gut ankommt?
8. In Ihrer Erfahrung, kommen Prototypen im Entwicklungsprozess sinnvoll zum Einsatz?
9. Welche Aspekte gehören zu dem «Design» eines AR Systems?

3.2 Interview mit Lukas von Niederhäusern

Lukas hat sich schon immer für UX und Unity (Programmiersprache) interessiert. Vor Kurzem hat er sich selbstständig gemacht. Vorher hat er bei Nose und Hinderling & Volkart gearbeitet. Z.Zt. arbeitet er drei Tage die Woche für Nose. Er führt vor allem VR Aufträge für sie aus — bei diesen geht es überwiegend um Industrie-/Produktdesign:

- Präsentationen/Wettbewerb
- Design-Visualisierung
- Entwicklung von Fahrzeugen (Züge)

Handschriftlich notiert:

«Ich habe vor allem Aufträge im Bereich VR. Bei diesen geht es überwiegend um Industrie- und Produktdesign, wie z.B. Präsentationen für Wettbewerbe, 3D-Design-Visualisierungen oder Entwicklung von Fahrzeugen wie Züge.»

Bislang hat er keinen Prototypen per se (zwecks Usability Test) entwickelt.

Tango ist in Geräten wie dem Lenovo Phablet eingebaut (z.Zt. nur dort). Damit kann man AR für Tango-befähigte Apps bauen. Tango ist marker-less, was Lukas bevorzugt.

structure.io: 3D Scanning & AR für mobile Geräte. Kann man mit grösseren Tablets benutzen (im Gegensatz zu Tango, welche z.Zt. nur mit dem Phablet von Lenovo funktioniert)

Er empfiehlt Mike Algers Präsentation zu Methoden der Vorvisualisierung. Es geht hier um Human Factors, Gestaltung von Interface Elementen und Mock-ups für VR. SEHR interessant.

Interessante Firma: Sensor IX. Machen Handschuhe, die ein präziseres Handling der HoloLens ermöglichen.

Lukas führt eine 3-tägige Weiterbildung über Immersive Technologien an der ZHdK im Spätsommer.

Er hat uns einige Projekte vorgestellt:

- Hinderling & Volkart: Virtueller Heissluftballon für Migros (Samsung Gear & Sketchfab)
- Zug-Entwicklung für Stadler
- Visualisierung von Laborwaagen für Mettler Toledo (Tablet)
- Simulierte Lichtsituationen in einem TV Studio (nicht 100% der Physik getreu)

3.3 Interview mit Hugo Schotman

Experten-Interview mit Hugo Schotman,
UX Architect, Netcetera

02.06.2017 / 1.5 Stunden

Frei aus dem Englischen übersetzt

1. Was ist deine Rolle in diesem Bereich?

Sein Titel bei Netcetera lautet UX Architekt. Er arbeitet an Konzepten für Apps und Webseiten. Alles bis auf das Visual Design. Seine Erfahrung ist ziemlich breit gefächert. Bei Netcetera haben sie angefangen, neue Technologien zu prüfen. Sie haben einige Projekte mit AR auf dem Smartphone durchgeführt — «easy Augmented Reality» nennt er das. Nun probieren sie auch PoCs, Prototypen und Applikationen für Dedicated Headsets (Head Mounted Displays).

2. Was hast du vorher gemacht?

Er hat einen sehr technischen Hintergrund (Ausbildung). Früh in seiner Karriere hat er einen Quereinstieg in den Bereich UCD gemacht. Er hat damals von vielen anderen — Psychologen, Designern — lernen können.

3. Für welche Kunden entwickelt ihr AR Applikationen?

Für das Universitätsspital in Bern hat er bei Netcetera z.B. einen Prototypen eines Hirnscans gemacht. Ein Werkzeug, womit ein Neurochirurg Schichten des Gehirns — Ader, Gewebe, etc. — anschauen kann, ohne einen Schnitt machen zu müssen. Das Werkzeug dient nicht dazu, eine Diagnose zu machen, sondern vielmehr die Durchführung des Eingriffs zu planen.

Für Sardona, eine Region um Flims-Laax-Falera, haben sie eine Smartphone-App gemacht. Die App bietet Wanderrouten durch das Gebirge und das Dorf. Dem Wanderweg entlang gibt es gewisse Punkte, die man berühren kann, um Informationen einzublenden.

4. Was meinst du — in welchem Kontext bietet AR am ehesten einen Mehrwert?

Schlussendlich werden wir alles, was wir heute an Displays machen, in AR machen. Aber das liegt in ferner Zukunft.

Und aktuell?

Aktuell ist etwas wie eine HoloLens noch etwas problematisch: Das Gerät ist teuer und erst in kleinen Mengen verfügbar. Es gibt dafür wenige Applikationen. Das heisst, im Moment wäre eine HoloLens nur für Firmen interessant, die sich das leisten können, wo auch wenige Leute damit umgehen müssten, und wo es verspricht, rentabel zu sein: Training, Remote Expert, Visualisierung im 3D Raum.

z.B. das Projekt am Verkehrsmuseum in Luzern. Draussen am Platz sieht man die leere Hülle eines Schiffs. Mit der HoloLens zusammen sieht man ergänzend, wie das Schiff in verschiedenen historischen Perioden beladen gewesen wäre. Ähnlich VR taucht man in ein erweitertes Erlebnis des Schiffes ein. Das Gehirn muss keine Annahmen treffen, keine Vorstellungskraft einsetzen.

5. Ist es dieses «immersive Experience», welches uns anzieht? Ist das der Grund, weshalb Augmented Reality aktuell in aller Munde ist?

Langsam erweist sich AR als tauglich. VR ist schon schnell, günstig und klein. AR ist erst später aufgetreten — Microsoft hat aber schon gute Arbeit geleistet. Die HoloLens hat viele übliche «Kinderkrankheiten» nicht.

Welche Kinderkrankheiten?

Verzögerungen, abgehackte Bewegungen, unvollständiges Mapping (der realen Welt auf die virtuelle, überlagerte Welt). Letzteres führt nämlich dazu, dass Objekte an unwahrscheinlichen oder gar unmöglichen Stellen platziert werden.

Aber die HoloLens könnte noch besser werden. Zum Beispiel könnte sie Hände und Glieder erkennen. Sprache wird noch häufig falsch verstanden oder falsch interpretiert.

Weisst du zufällig, ob bei der HoloLens jeder gestenbasierte Input alternativ mit einem Sprachkommando ausgeführt werden könnte?

Weiss er nicht mit Sicherheit. Aber ähnlich wie bei der Entwicklung von Smartphone-Apps, die für eingeschränkte Benutzer zugänglich sind, gibt es native Funktionalitäten, auf die man bei der Entwicklung zurückgreifen kann. Zum Beispiel: «press here» or «say <next>».

Man sieht langsam Verbesserungen bei der Spracherkennung. Google Home erkennt sogar unterschiedliche Stimmen und kann «mein Kalender» mit der richtigen Person in Verbindung bringen. Wenn der Benutzer fragt, wie das Wetter in Luzern sei, weiss das System noch bei der nächsten Frage «Kannst du mir zwei Zugtickets dahin buchen», wohin gemeint ist. Solche Fortschritte werden das Erlebnis mit Headsets noch deutlich verbessern.

Gibt es sonst Zubehör, welches das Erlebnis verbessert?

Es gibt Handschuhe, die dem Benutzer haptisches Feedback geben, wenn sie mit Objekten in der virtuellen Umgebung interagieren. Bei einem simulierten «Ghostbusters Abenteuer» hat er einmal sogar ein umfassendes Body-Mapping gehabt mit Headset und Full-Bodysuit. Alle Sinneseindrücke wurden simuliert: Sicht, Klang, Haptik (Temperatur, Druck, Vibration), sogar Geruch. Es ist keine AR gewesen, aber die Hardware ist ähnlich.

Erkenntst du trotzdem, dass das Erlebnis simuliert ist?

Schon, aber das Gehirn erlaubt immerhin nicht, dass man von einer Klippe springt. Die Höhe wirkt verblüffend echt. Die Wände des Abenteuer-Raums sind in die virtuelle Realität integriert. Wenn man sie anfasst, fühlen sie sich «echt» an, auch wenn sie komplett anders in der VR Brille aussehen.

Sonst gibt es noch einen Klicker mit der HoloLens, der etwas stiefmütterlich behandelt wurde. Für Oculus gibt es externe Steuerelemente. Was noch fehlt — was wir für Desktop schon lange haben — ist eine Maus und eine Tastatur. Inzwischen sind Touch Interfaces auch gang und gäbe... Aber AR Umgebungen sind völlig neu. Es haben sich noch keine Konventionen etabliert. Wie damals beim Desktop PC und neuerdings bei Mobile Devices müssen wir jetzt die Iterationen durchmachen und aus unseren Fehlern lernen. Die gleichen Prinzipien gelten aber für 3D wie 2D. Kann man eine Zielfläche gut erreichen (Fitts Gesetz)? In drei Dimensionen haben wir nicht nur x und y Achsen, sondern auch die Tiefe. HTC Vive nutzt eine Wand mit Buttons. Der Laser Pointer ist ziemlich gut — man zielt auf etwas, das leuchtet.

Ist der Pointer aktuell die beste Art, mit etwas in AR zu interagieren?

Ja, für Applikations-Äquivalenten in der 3D Umgebung. Aber in einer 3D Umgebung kann man mit physischen Objekten interagieren — schlussendlich wird man Interaktionen anbieten wollen, die über übliche (Desktop) Applikationen hinausgehen.

Wie findest du aktuell die Platzierung von 2D Elementen, z.B. Menüs, im 3D Raum?

Es hat noch Luft nach oben. Die Implementierung für HoloLens ist für die Umgebung passabel, aber noch ist es in der Jugendzeit. Es braucht mehr Gewandtheit, muss noch genauer werden. Zu leicht kann man Sachen in der 3D Umgebung «verlieren». Es steckt z.B. etwas hinter einem Objekt oder liegt in einem anderen Zimmer. Ein Sprachkommando, etwa: «Wo ist mein Zeug?», wäre toll — um rauszuzoomen und einen Überblick über alles in der Welt zu verschaffen. Der Nachteil der HoloLens gegenüber der HTC Vive ist die Art, wie man Elemente ansteuert. Mit HoloLens haben wir die Gaze-Bewegung. Ein Objekt, das man selektieren möchte, muss der Benutzer mit starrem Blick anschauen. Mit der HTC Vive kannst du dagegen die Hände zum Zeigen benutzen, was viel natürlicher und genauer ist.

6. Was ist der Unterschied zwischen Augmented und Mixed Reality?

Netcetera hat einen Artikel auf unserer Webseite publiziert, in dem Mixed Reality definiert wird. Es ist ein zusätzlicher Begriff zur Unterscheidung zwischen dem, wenn Realität einfach auf dem Smartphone erweitert wird oder wenn etwas auf die reale Welt projiziert wird, von den integrierten Erlebnissen wie bei der HoloLens — da schaut man durch die Brille und überall, wo man hinschaut, sind Realität und virtuelle Welt richtig durchmischt. Microsoft hat den Begriff aufgegriffen, um klarzustellen, dass sie etwas anderes als Pokemon Go auf deinem Smartphone machen. Ich weiss nicht, ob diese Ausdrucksweise bleiben wird oder ob sie sich künftig weiter verändert.

7. In deiner Erfahrung, kommen Prototypen im Entwicklungsprozess sinnvoll zum Einsatz?

Er hat bereits Prototypen eingesetzt. Die technischen Tools dazu hat er sich näher angesehen. Es gibt einige. Das Äquivalent zu Balsamiq für AR gibt es noch nicht auf dem Markt. Aber mit HTML, Javascript und Bildern kann man eine virtuelle Umgebung schaffen für's Smartphone. Die Umgebung kann mit Google Cardboard in 360° abgebildet werden. Eine 360° Kamera hat er allerdings noch nicht ausprobiert — er wollte einfache Tools austesten. Bislang gibt es keine Tools für jedermann, um Prototypen für HoloLens zu bauen, aber sie kommen sicher noch.

Bei der Sardona App sind sie so vorgegangen: Sie haben Video Prototyping gemacht. Sie haben ein Storyboard mit Szenen aus dem Video kreiert. Dabei haben sie sich überlegt, zu welchen Zeitpunkten die Alerts kommen müssten. Das passiert, dann das. Es ist wie ein Film, und alle, die ihn sehen, verstehen, worum es geht. Das könnte man auch für AR machen. Auch einfach wäre es, Papiere in der echten Umgebung zu platzieren, die ein virtuelles Objekt repräsentieren. Papier-Prototyping für AR.

Wie sieht's mit hi-fi Prototypen aus?

Relativ einfach kann man Bilder in einer 3D-Umgebung in Szene setzen, die nicht klickbar sind sozusagen. In diesem Sinne sind sie Artefakte zum Explorieren und nicht «live» per se. Es gibt auch Zeichnen- und Modeling-Apps, die auch für Nicht-Entwickler nützlich wären.

Welche Aspekte des Designs könnte man damit testen?

Zum Beispiel 2D Menü Einstellungen in einer App

Die HoloLens sieht 2D Menüs im Raum platziert. Manche folgen einem durch den Raum und andere sind an bestimmte Stellen «gepinnt». Er stellt sich dagegen ein permanentes Interface, das man ein- und ausblenden kann und das quasi integriert im Helm ist.

Kennst du so etwas?

Noch werden Experimente durchgeführt. MetaVision benutzt so etwas. (Sibylle: HTC Vive nutzt etwas Ähnliches zum ein- und ausblenden). MetaVision hat eine Brille mit einem viel grösseren Sichtfeld als die HoloLens. Mit ihrer Brille kann man Objekte via Multitouch manipulieren (das Gerät erkennt Hände und Glieder). Er hat einen Prototypen ihres Helms ausprobiert, welcher per Kabel an einem Laptop angebunden war.

Angebunden?

Ja, das ist bei VR üblich. Oculus und HTC Vive sind auch angebunden.

Wäre nicht ein kabelloses Erlebnis besser für Augmented Reality?

Nicht unbedingt für den täglichen Gebrauch z.B. in einem Kontrollraum oder einem virtuellen Meeting- oder Schulraum. Nicht in Situationen, bei denen Bewegung limitiert ist.

Er ist sich nicht sicher, ob MetaVision permanente Interface-Elemente benutzt, die ein- und ausblendbar sind. Bestimmte VR-Umgebungen haben Menüs, die halbtransparent werden.

Unterschiedliche Gestaltungsentscheidungen in Interfaces sind wie die Unterschiede zwischen PC- und Mac-Betriebssystemen. Es sind bloss unterschiedliche Ansätze.

8. Ist der Markt deiner Meinung nach reif für den Einsatz von AR?

Wenn wir an Headsets denken, wäre eine passende Analogie: der Walkman. Damals hat man einen komisch angeschaut, aber heute ist es normal. Schlussendlich werden AR-Headsets wie Sonnenbrillen oder gar Kontaktlinsen. Solange es nur zwei sind, dünkt es einen seltsam, aber wenn es 200 sind, denkt man: «Ich will auch».

9. Hast du Benutzer in die Entwicklung einbezogen? Sind währenddessen Akzeptanzprobleme aufgetreten? Wenn ja, wie bist du damit umgegangen?

Menschen verstehen Geschichten. Er hat keine Erfahrung mit dem Testing von AR-Erlebnissen. Jedoch weiss man bei Netceera, dass die App in Sardona benutzt wird. Sie haben das Feedback erhalten, dass Benutzer von den definierten Wegen abweichen können möchten.

Und die HoloLens?

Die Stadt Zürich hat eine Ausstellung mit der HoloLens gemacht, wo Hunderte von Leuten sie ausprobiert und positives Feedback gegeben haben. (Note: eine immersive Experience, bei der das Ziel nicht «Arbeit» ist).

10. Welche Hürden gibt es noch zu überwinden?

Es gibt noch beachtliche Herausforderungen bezüglich Mapping der Umgebung.

11. Hast du schon Erfahrung mit Tablet-Applikationen machen können?

Bislang nur Smartphones. Aber einige Tablet Apps hat er gesehen, die z.B. 2-D Zeichnungen erweitern. Das grössere Display macht es ansprechender. Er hat nicht ausreichende Kenntnisse, um die Unterschiede [zwischen Tablet und Smartphone] detailliert zu erläutern.

Würde ein Tablet eher akzeptiert als ein Helm?

Wieso nicht ein Smartphone? Jeder hat eins davon.

Wenn man jemanden sieht, der sein Smartphone benutzt, blendet man es aus. Nur falls er damit etwas Ungewöhnliches macht, etwa mit übertriebenen Gesten, würde man zweimal hinschauen und denken, «ob er einen Film dreht». Im Allgemeinen werden diese Geräte akzeptiert und ignoriert. Eine Hürde für die Akzeptanz bei Headsets ist die Auffälligkeit. Zudem kann ein Gegenüber die Augen des Benutzers nicht sehen, was die Interaktion mit ihm erschwert.

In den aktuellen Fällen, bei denen HoloLens im Augenblick benutzt wird, ist es kein Thema, weil alle wissen, weshalb es dort im Einsatz ist. Im Auftrag der SBB hat Netcetera einen Prototypen für Kontrolleure aufgebaut. Damit sollten sie durch den Zug gehen und die Passagiere mit dem SwissPass zählen können. Wenn das morgen in den Zügen im Einsatz wäre, würde es Aufsehen erregen. Vielleicht würde es eher akzeptiert werden, wenn ein Kontrolleur mit HoloLens und einer ohne zusammen durch den Zug gingen. Der Kontrolleur ohne HoloLens könnte dann erklären, was gerade passiert, und dabei Augenkontakt mit den Passagieren herstellen.

12. Meinst du, dass die Heuristiken von Jakob Nielsen auch beim Testing von AR-Lösungen relevant sind?

Ja, die Prinzipien gelten immer noch. Benutzer möchten die Kontrolle behalten und Feedback erkennen, Affordances und Constraints sollten sichtbar sein. Diese Heuristiken haben ihre Wurzeln in der physischen Welt. In gewisser Hinsicht, schliesst sich hier der Kreis.

Es wird in Zukunft wichtig, neue Konventionen und Standards der Konsistenz für diese neue Umgebung zu entwickeln.

13. Welche Aspekte gehören zu dem «Design» eines AR Systems?

Ist es nützlich? Löst es ein Problem für die Benutzer? Wie wird es eingesetzt, damit Benutzer ihre Aufgaben erledigen können? Ist alles sichtbar? Gehen Objekte verloren? Werden sie wieder gefunden? Ist es ansprechend? Performant? Sind Benutzer damit gelangweilt?

3.4 Interview mit Dr. Peter Lenhart

Dr. Peter Lenhart

Dozent und Leiter der Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systeme am Zentrum für Aviatik der ZHAW (Head of Human Factors Engineering at the ZHAW Centre for Aviation)

Managing Director bei AVIGATE GmbH

09.06.2017 / 1.5 Stunden

Finding aus Audiofile «Peter_L.m4a»

Allgemeine Fragen

1. Was ist Ihre Rolle in diesem Bereich?

- 04:00 Dozent und Leiter der Forschungsgruppe Mensch-Maschinen-Systeme am Zentrum für Aviatik an der ZHAW
- 04:35 Forschungsgruppe legt speziell den Fokus auf Aviatik in den Themen, die behandelt werden
- 04:50 Thema generell ist Gestaltung des Arbeitsplatzes, in der Luftfahrt spricht man vom Human Factors Engineering, wie z.B. bei Airbus
- 05:38 Human Factors Engineering hat Fokus auf Gestaltung der Arbeitsplätze, z.B. in der Luftfahrt das Cockpit, die Bodenstation unbemannter Luftfahrzeuge wie z.B. Drohnen, Multicopter (Forschungsschwerpunkt), Flugregelung und wie bekommt man Fluggeräte in den Luftraum neben bemannter Luftfahrt wie Gleitschirmflieger, Grossflug-/Militärflugzeuge
- 06:20 auch Mensch-Drohne-Interaktion spielt eine Rolle (ein grosser Forschungsschwerpunkt), Arbeitsplätze bei Fluglotsen, industrielle Flugzeugwartung mit Datenbrillen Augmented Reality (Flugmechaniker)
- 07:00 Hauptschwerpunkt zur Zeit: bemanntes Cockpit und «Drohnenpiloten» = Remote Pilot (ferngesteuert mit Funkverbindung zum Boden), es braucht Interaktion mit Operateur des Gerätes; da ist Augmented Reality ein Thema
- 07:20 Fokus liegt beim bemannten Cockpit: «Situation Awareness», um sicheren Flugbetrieb zu gewährleisten, «Incidents» hängen von einer Mehrzahl von Faktoren ab und Faktor Mensch ist sehr häufig ein Thema, in der Situation, in der etwas passiert ist, hat dem Beteiligten das Situationsbewusstsein gefehlt, um korrekt zu handeln

2. Was haben Sie vorher gemacht?

- 04:40 ist selbst auch Luft- und Raumfahrtingenieur
- 20:10 hat auch selbst Doktorarbeit in diesem Bereich geschrieben, hat Gerät 1999 von SAP Ericsson Avionics eingesetzt mit farbiger Darstellung, binocular = man konnte auch stereoskopische Bilder erzeugen, Preis war 15 000 EUR (Listenpreis 18 000) ohne Head-Tracking mit einem Kabel zum Rechner
- 23:20 hat doktriert an der TU Darmstadt am Institut für Flugsysteme und Regelungstechnik, hatten Cockpit-Simulator zur Verfügung mit kollimierter Aussensichtprojektion (= Profisimulatoren), damit das Auge auf Unendlich akkomodiert, hatte Hersteller, der Daten-Brille für den Simulator auf kollimiert einstellen konnte, hatte 12 Probanden zur Verfügung zur detaillierten Untersuchung eines Kollisionswarnsystems (z.B. Unfall an Überlingen, zwei Flugzeuge kollidiert) > Traffic Collision Avoidance System (TCAS), hat in Überlingen funktioniert, Anzeige wurde von einer Besatzung richtig angewendet, die andere Besatzung hat sich auf die falschen und dem System widersprechenden Anweisungen des Fluglotsen verlassen
- 25:30 Überlegung in der Doktorarbeit war, wie die Anzeige des Traffic Collision Avoidance Systems in ein Head-Mounted-System integriert werden kann und die Untersuchung «Highway in the Sky» im Simulator

3. Wie stellen Sie sich einen Einsatz mit Augmented Reality vor? Oder haben Sie bereits AR-Anwendungen (mit-)entwickelt, in welchem Kontext wurden die Anwendungen eingesetzt?

- a. Welchen Mehrwert hätte eine solche Lösung aus Ihrer Sicht? (Was wird damit erreicht?) / Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz im genannten Kontext?
- b. Was können wir mit AR nicht erreichen?

- 08:35 setzen z.B. Augmented Reality Technologie ein mit einer durchsichtfähigen Datenbrille, um Informationen anzuzeigen und die «Situation Awareness» zu verbessern
- 09:00 ein Werkzeug bieten bei schlechter Sicht, wenn das Auge Dinge nicht erkennt, z.B. warten auf Startfreigabe auf Landebahn, bei Grossfliegern erteilt Fluglotse die Freigabe, je kleiner Flugzeuge werden, umso mehr ist der Pilot selbst verantwortlich, Unterstützung bei der Früherkennung von anderen

Flugzeugen, die sehr weit weg und schwierig erkennbar sind auf der Landebahn und beim Fliegen selbst die Flugroute visualisieren

- 10:20 dreidimensionaler Flugweg > Unterstützung durch Darstellung des geplanten Flugwegs durch AR in der Landschaft und mögliches Nachfliegen > «Highway in the Sky», sehr interessante Anwendung für AR
- 11:10 Das Thema Augmented Reality in der Luftfahrt ist nicht neu für diese Einsatzzwecke, denn wir haben zwar [in dem Bereich], in welchem wir forschen, diese Datenbrillen, aber es gibt diese ja schon sehr lange [und] das Militär hat damit angefangen, [...] hat seit den 1950/60er Jahren diese sogenannten Head-Up-Displays, das heisst transparente Scheiben im Cockpit über dem Instrumentenbrett, fix montiert und diese haben wir mittlerweile auch im zivilen [Flugverkehr] in der Schweiz [...] bei der Swiss [und] C-Series bei Air Canada.
- 12:10 Ein Nachteil ist natürlich, ich habe dort nur Augmented Reality, wenn ich durch diese Scheibe [Head-Up-Display] schaue und die deckt halt nicht das gesamte Cockpit-Fenster ab, sondern nur einen kleinen Teil geradeaus, das heisst, alles was links und rechts passiert [...], da kann ich nichts darstellen und da wird's interessant, solche Datenbrillen zu nehmen.
- 12:30 auch Militärpiloten haben Helme an, ergänzt mit Head Mounted Display, um links und rechts zu schauen und auch bei Helikopterpiloten, weil die seitlich und in alle Richtungen fliegen können
- 13:00 bei einem normalen Airliner ist Head-Up-Display vielleicht ausreichend, weil es geht vor allem nach vorne, geradeaus
- 21:00 Inside/Out-Tracking heisst, in Datenbrille sind Sensoren integriert, z.B. Beschleunigungssensoren, erdmagnetorientierter Kompass, GPS, man benötigt keinen externen Head-Tracker an der Brille, HoloLens von Microsoft hat zwar mehrere Kameras integriert, Tracking heisst, die Brille ist in der Lage zu wissen, wo sie ist, Position (x,y,z) und 3 Lagewinkel (6 Freiheitsgrade) und Bestimmung, wie der Kopf des Trägers orientiert ist
- 50:05 zweites Forschungsprojekt: Einsatz von Brillen für Drohnenpiloten z.B. um mehr Informationen zum Fluggerät zu erhalten, wenn es sehr weit weg ist, sodass der Bediener, wie es das Bundesamt für zivile Luftfahrt fordert, das Fluggerät im Blick hat und gleichzeitig Zusatzinformationen erhält
- 57:50 Mit disruptiven Technologien wie Augmented Reality kann man nicht nur die Sicherheit, sondern auch die Produktivität steigern, weil der grosse Vorteil ist ja, man kann die Dinge dort projizieren, wo sie sind, man vermeidet Blickbewegungen [heute auf Tablet oder Papier], wie z.B. bei Anwendungen bei der Wartung, man bekommt eine Blaupause seines Systems in Augmented Reality gezeigt oder einen Pfeil angezeigt, welche Schraube als nächstes gelöst werden muss.

4. Wenn bereits Erfahrung besteht: Welche Technologie kam zum Einsatz: Tablets, Head-Mounted-Displays, andere?

- 13:40 haben zwei Datenbrillen für Forschungszwecke im Einsatz an der ZHAW: zum einen die ODG R-7 Smart Glasses von der Osterhout Design Group im Zentrum für Aviatik, zum anderen am Institut für angewandte Informationstechnologie (InIT) bei Prof. Karl Rege die Microsoft HoloLens
- 32:15 man kann den normalen Navigations-Bildschirm bei Piloten mit entsprechenden Warnsystemen ausstatten bzgl. «Situation Awareness», dazu braucht man nicht unbedingt Augmented Reality
- 32:35 auch um den Flugweg darzustellen und diesen als Computergrafik zu simulieren, braucht man nicht unbedingt eine Datenbrille oder ein Head-Up-Display, das geht auch über einen normalen Bildschirm, z.B. Synthetic Vision System in Sportflugzeugen, günstigere Technologie
- 33:10 Fragestellung in der Doktorarbeit war, wie muss die Anzeige genau aussehen, wenn die reale Welt durch eine virtuelle Welt überlagert wird
- 35:00 bei Militärflugzeugpiloten war das Fadenkreuz die erste AR-Anwendung im Head-Up-Display zur Zielerfassung. Head-Mounted-Displays hatten bei der Einführung den Vorteil, dass der Gegner bei der Zielerfassung mit dem Kopf anvisiert werden konnte, Piloten mussten den Kopf aber langsamer bewegen, weil das Tracking-System nicht so schnell war, haben das neue System aber sehr schnell akzeptiert, weil sie eine höhere Trefferrate hatten
- 37:40 Head-Mounted-Displays gibt es momentan nur bei Kampffliegern und Hubschrauberpiloten, Head-Up-Displays auch im zivilen Luftverkehr, z.B. bei der Swiss erst 2017 eingeführt, es gibt noch sehr viele Verkehrsflugzeuge, die haben es noch nicht, die ersten in Deutschland ca. 1999 bei der Lufthansa City Line (kleine Flugzeuge, 40-50 Passagiere, regionale Strecken) haben nur bei den Kapitänen den Flight-Director eingesetzt (zweidimensionales Symbol zeigt Flugweg im Head-Mounted-System), denn die haben kein Autothrottle System (bei schlechtem Wetter steuert der Autopilot die Landung von grösseren Flugzeugen), um den Operationsbereich und Produktivitätsgewinn zu erweitern (es fallen weniger Flüge aus), Piloten konnten mit diesem System trotzdem landen bei schlechtem Wetter, von technologieaffinen Kapitänen wurde das System gut akzeptiert
- 1:10:50 haben bei der ZHAW ODG und HoloLens outdoor getestet. ODG hat auch getönte Gläser wie bei der Sonnenbrille, kann Aussenlicht rausfiltern, durch photochromatische Gläser (automatische Anpassung an die inneren/äusseren Lichtverhältnisse), gesättigtes Grün, wie auch bei der Luftfahrt im Einsatz, hat gut funktioniert durch Farbkontrast

5. Wer sind die Benutzer des Systems, wie haben sich die Arbeitsprozesse durch die Technologie verändert?

- 25:40 Die Prozesse ändern sich dramatisch, weil [...] klassisches Fliegen in der Profi-Luftfahrt heisst Instrumentenflug, denn Fliegen in der Grossluftfahrt muss unabhängig sein vom Wetter, das heisst, auch bei Nacht und Nebel müssen die [Piloten] sicher ihren Weg finden, müssen das Flugzeug sicher steuern können, deswegen ist es da weniger wichtig, raus zu gucken, sondern auf seine Instrumente zu gucken.
- 25:20 Ich hatte Kontakt zu Piloten mit der Lufthansa, die haben gesagt, gerade die Langstreckenflieger [...] sind in der meisten Zeit weit oben nach dem Start, da könnte man die Cockpitscheiben schwarz machen und die würden das Flugzeug trotzdem sicher steuern, weil alle Information sind unten im Instrumenten-Panel.
- 26:55 Das Problem ist, die Informationen sind sehr abstrakt, das ist etwas besser geworden, seitdem wir Bildschirme in den Cockpits haben. Vorher hatte man nur diese mechanischen Anzeigen, aber die ganzen Verfahren, die es gibt, beruhen immer noch darauf, als hätten sie vor sich ein Cockpit mit diesen reinen mechanischen klassischen Anzeigen, diese sogenannten Uhrencockpits, dass heisst, ich hab nur Skalen und Zeiger, ich lese meine Fluggeschwindigkeit ab, ich lese meine Orientierung zum nächsten Navigationsfunkfeuer ab, ich lese meinen Kurs ab.
- 27:30 um das alles hinzukriegen, trainieren Piloten Instrumenten-Scan, in welcher Reihenfolge sie die Instrumente anschauen (von Hand fliegen und Auto-Pilot)
- 27:50 Man redet ja heute von disruptiven Technologien und Augmented Reality gehört in dem Sinne eindeutig dazu, wenn sie es schaffen, die Flugroute dieser Leute als «Highway in the Sky» darzustellen, müssen sie die Fähigkeiten [der Piloten], die ich eben genannt habe, eigentlich gar nicht mehr trainieren.
- 28:45 wenn man es schafft, mit dem Tracking den Flugweg so gut zu simulieren, dass dieser auf der Landebahn endet, dann braucht man diese Skills nicht mehr, dann reicht es, wenn man ein normal auf Sichtflug ausgebildeter Privatpilot ist und weiss, wie man den Simulator [Highway in the Sky] bedienen muss, welcher Schub eingestellt werden muss, wie die Landeklappen gesetzt werden müssen
- 29:20 wenn man klassisch fliegen kann, kann man auch einen Airbus fliegen mit der Unterstützung von Highway in the Sky, auch bei schlechter Sicht landen, ohne mit Instrumenten überhaupt fliegen zu können und das ist radikal in der Luftfahrt und es kommt die Diskussion dazu, wie sicher ist das. Was passiert, wenn das AR-System abstürzt? Muss man zweite Brille haben?
- 29:55 Piloten sind natürlich konservativ [...]. Man denkt ja immer, Luftfahrt ist High-Tech. Luftfahrt hat auch in vielen Bereichen die technologische Entwicklung vorangetrieben, aber der Zulassungsaufwand ist so hoch

[aufgrund von Sicherheitsbestimmungen], dass wir überholt werden in der Innovation, weil [im Consumer-Bereich oder beim autonomen Fahren] die Zulassungshürden geringer sind [...]. Piloten sind dort konservativ im besten Sinne, denn der Pilot lernt von Anfang an, Flugsicherheit steht über allem, und wenn sie mit etwas Neuem kommen, müssen sie zeigen können, das ist mindestens so sicher wie das, was er [der Pilot] kann. Und solange sie das nicht bewiesen haben, sagen die Beteiligten, dann bleiben wir doch lieber beim klassischen Instrumentenfliegen, [...] denn das ist bewährt, das ist etabliert.

6. Gibt es aus Ihrer Sicht Bedenken bzgl. Augmented Reality Anwendungen und deren Einsatz bei der SBB?

a. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die Einführung erfolgreich sein kann?

- 45:00 sieht Potenzial für die AR-Technologie bei der SBB, es gab eine Studie zum Einsatz bei der Luftfahrt für Wartungsarbeiten, grosses Manko ist die Tragedauer, das Gewicht der Systeme und die Optik, momentan für Anwendungen geeignet, bei denen man Systeme auf- und absetzen kann, Tragedauer circa 0.5 h, Probanden in Doktorarbeit waren sehr unterschiedlich, manche haben das System 2h getragen und fanden alles bestens und manche haben nach 20 Min. gesagt, das Gerät drückt, oder wollten es wieder loswerden, Stereoskopie ist auch eine Faktor, der Augenabstand / Position der Augen ist bei jedem Menschen anders (horizontaler/vertikaler Augenabstand), die gleiche Brille passt nicht für alle, die Abbildung muss individuell auf jeden Nutzer angepasst werden > es geht nicht nach «one size fits all»
- 48:20 Bei AR hat man Referenzobjekte in der Aussenwelt zur Verfügung > siehe Doktorarbeit, z.B. auf Whiteboard mit Filzstift ein Fadenkreuz aufmalen für linkes Auge, Whiteboard in Bildentfernung nach Herstellerinformation platzieren, Träger der Brille muss Fadenkreuz-Abbildung in Brille exakt überlagern und auf dem rechten Auge wird ein Symbol in der Brille präsentiert, welches der Träger nicht fusionieren kann, z.B. Andreaskreuz, linkes und rechtes Auge müssen die beiden Symbole nun zusammenbringen, Einstellung in der Brille wählen, damit die Projektion übereinstimmt auch mit dem Fadenkreuz auf dem Whiteboard und so ist die Brille kalibriert, solange die Brille nicht verrutscht (beim Militär sitzt der Helm fest auf dem Kopf)
- 1:07:10 auch bei nicht mobilen Anwendungen wie Wartungsarbeiten gibt es bei Mitarbeitenden im Feld Potenzial für AR-Anwendungen über Head-Mounted-Displays, Smartphones, Tablets, kommt auf den Kontext drauf an (müssen die Hände frei sein?)
- 1:08:00 wenn man in Interaktion tritt mit realen Dingen, aber Zusatzinformationen benötigt, ist das ein Zugewinn, derjenige, der die Schiene inspiziert, bekommt z.B. ein Overlay mit AR angezeigt und kann z.B. über Sprachsteuerung ein Foto

vom Schaden aufnehmen und über GPS wird eine Ortsbestimmung des Schadens vorgenommen und die Schadensmeldung kann direkt an den Reparaturdienst weitergeleitet werden, führt zu besserer Planung/Produktivität

1:27:55 bei Gleisarbeitern macht es wahrscheinlich keinen Sinn, das Bild auf 10m darzustellen, es erscheint dann weit weg, man sollte typische Bildentfernung für die meiste Zeit der Anwendung wählen

7. Welchen Business Case gibt es für einen Einsatz mit AR?

59:40 sieht auch Riesenpotenzial bei den Lokführern, würde dort aber für Head-Up-Displays plädieren, damit ist das Thema bzgl. Tragen auf dem Kopf nicht relevant, es gibt Leute, die tragen gerne Brillen und manche mögen es einfach nicht

1:00:15 Head-Up-Displays können Bilder der Strecke im Vorraus und z.B. Signale darstellen, Lokführer benötigt auch gutes Wetter, um diese draussen zu sehen, soll meistens raus gucken um Strecke zu prüfen, Darstellung unten auf Panel ist daher nicht ideal und Sensoren auf dem Schienennetz könnten Hinweise für Streckenblockierungen senden und Informationen zur Entfernung auf dem Head-Up-Display darstellen (Vorteil für Bremsweg, Sicherheit, Zugbetrieb und Instrumentenanzeigen unten auf dem Panel könnte man sich eigentlich sparen)

1:02:20 es gab Ansätze, Forschungsprogramme vor 10-15 Jahren in der Luftfahrt, formatfüllende Head-Up-Displays im Cockpit zu nutzen (Projektion der Information direkt auf Cockpitscheiben) mit holografischen Bildschirmen und Laserlicht, würde das einer Datenbrille vorziehen, weil man nichts auf dem Kopf tragen muss

1:03:00 Vorteil von Datenbrille ist, dass auch Informationen vom hinteren Teil z.B. des Flugzeugs dargestellt werden können, weil die Abmessungen der Cockpit-Scheibe begrenzt sind

1:03:45 sieht vor allem Potenzial bei Instrumenten, die man heute an Arbeitsplätzen hat, mit Augmented Reality via Head-Up- oder Head-Mounted-Displays projizieren kann und die Informationen, die man braucht in dem Moment, wo man rausschaut, oder Darstellungen mit Bezug zur Aussenwelt zur Verfügung hat, man benötigt keinen Blickwechsel drinnen/draussen

1:04:20 Leute, die er kennt, die sich z.B. ein Auto mit Head-Up-Display gekauft haben, sagen «nie mehr ohne», meistens ältere Fahrer, Visualisierungen werden z.B. mit Pfeil angezeigt, keine Navigatorstimme mehr, können den Autoverkehr im Blick behalten, Bild wird am Ende der Motorhaube projiziert, ca. 2 m Bildentfernung vom Fahrer, und im Alter wird man altersweitsichtig und hat evtl. ein Problem auf kurze Distanz den Tachometer / das Navigationssystem abzulesen

- 1:06:00 AR ist im Autoverkehr ein riesiger Sicherheitsgewinn (keine Ablenkung durch Smartphone etc.), weil man mit den Augen draussen auf der Strasse bleibt und die Informationen, die man als Fahrer benötigt, über das Head-Up-Display bekommt
- 1:06:20 da wo es mobil wird > Schifffahrt, Bahnfahrt, Luftfahrt sieht er grosses Potenzial für diese Technologien

8. Was wäre für Sie persönlich eine Erfolgsgeschichte mit AR? Wie lautet die Schlagzeile im Mitarbeitermagazin?

9. Kennen Sie weitere Spezialisten auf dem Gebiet, die Sie uns für Recherchen empfehlen würden?

10. Dürfen wir Sie bei allfälligen weiteren Fragen kontaktieren?

Spezifische Fragen für Führungskräfte

1. Welche Vision haben Sie? Etwas, das Sie noch nicht angesprochen haben? (Hat evtl. nichts mit AR zu tun)

1:20:25 soziale Dimension muss man sich auch anschauen > z.B. kommt AR auch bald auf Smartphones

1:20:35 wir werden diese Geräte zuerst im professionellen Bereich sehen und sobald die Akzeptanz gewährleistet ist, wird man es auch öfter im zivilen Bereich sehen

1:20:50 zur Zeit kostet ein Brille um die 3000 USD, bei der nach einer halben Stunde der Akku leer ist, je teurer es wird, desto weniger Leute wollen etwas dafür ausgeben, zuerst benutzen die Geeks solche Technologien

1:21:45 persönliche Vision: es geht bei Mensch-Maschine-Interaktion immer darum, und AR ist eine Technologie in diesem Kontext, die Produktivität und den Komfort zu verbessern und Flugsicherheit zu gewährleisten > Mehrwert bieten und innerhalb der angewandten Wissenschaften etwas entwickeln, was eingesetzt wird, und dem Nutzer einen produktiven wirtschaftlichen Vorteil bieten, dass Prozesse schneller und günstiger werden > AR kann da einen Beitrag leisten

1:23:05 irgendwann haben wir Systeme (was die CH Post bereits testet), die z.B. Pakete ausliefern, und das Fluggerät könnte man mit AR identifizieren

1:23:30 wollen die Forschung intensivieren, es gibt viele Anwendungen, wo es Sinn macht, die Realität mit der Information zu überlagern, statt diese auf einem

separaten Bildschirm zu präsentieren, wo man immer hin- und herblicken muss, es ist ein grosses Thema für Ingenieure/Entwickler, welches noch nicht erforscht ist

Spezifische Fragen für AR Experten

1. Was ist der Unterschied zwischen Augmented und Mixed Reality?
2. Wieso ist Augmented Reality aktuell in aller Munde?
3. In welchen Formen haben Sie selber Gelegenheit gehabt, AR auszuprobieren? Wie haben Sie es gefunden?
4. Ist der Markt Ihrer Meinung nach reif für den Einsatz einer solchen Technologie?
5. Welche Hürden gibt es noch zu überwinden?

- 14:35 beide Brillen haben grosses Manko, Head-Up-Displays bieten kollimierte Projektion (lat. collineare = geradeaus zielen, richten, Auge akkommodiert auf Unendlich, um ein scharfes Bild zu sehen), jmd., der kurzsichtig ist, sieht kein scharfes Bild, weitsichtige Piloten haben kein Problem, kollimierte Projektion ist wichtig, um gleichzeitig wahrzunehmen, was auf Head-Up-Display dargestellt wird, und das, was weit weg ist.
- 15:20 Interessanterweise, Head-Up-Displays gibt es ja auch mittlerweile im Fahrzeugbereich, dort wird das [Augmented Reality-] Bild so projiziert wie in den Datenbrillen, das ist für uns eigentlich ein Nachteil, [weil] auf einer Sehentfernung von 1.5-2.5 m ungefähr.
- 15:35 benötigen für Forschungszwecke eine kollimierte Datenbrille, gibt es aber noch nicht, es sei denn, man lässt diese extra anfertigen, z.B. hat Aero Glass aus Ungarn (<http://glass.aero/>) nach eigenen Angaben eine entsprechende Modifikation der ODG R-7 beim Hersteller angefragt
- 16:35 Wenn ich das [die Datenbrille] im Flugzeug tragen würde, sehe ich entweder die Abbildung scharf oder ich sehe das dahinter scharf. Das ist natürlich ein Problem, wenn ich diesen «Highway in the Sky» fliegen will, weil den sehe ich dann gar nicht mehr scharf [...] oder da, wo er liegt, das sehe ich scharf, und die Umgebung wird unscharf, weil das Auge kann nur auf eine Entfernung akkommodieren.
- 17:00 hat nichts mit Stereoskopie zu tun, sondern mit Akkommodation (= Bildentfernung)
- 17:15 die Brille, die sie bräuchten, gibt es noch nicht auf dem Markt in der Preisklasse um die ca. 3000 USD, für Trainingszwecke bei Militärpiloten gibt es

nachgebaute Modelle für Helmet-Mounted-Displays, die Original-Helme für z.B. Militärhubschrauber kosten circa 1 Mio. USD aufwärts = Systempreis mit Sensoren und Nachtsichtverstärker, individuelle Helmschale nach Schädelform für Träger, Gewicht: 2 kg, fliegen 1.5 h, es darf keine Druckstellen am Kopf geben, geringe Stückzahlen

- 19:15 in den Niederlanden gibt es den Hersteller Cinoptics, der auf Anfrage kollimiertes System anfertigt (Einzelfertigung, <https://cinoptics.com/product/stormcloud/>), kostet ca. 10 000 USD/EUR
- 19:45 Das HMD Cinoptics Stormcloud hat aber per se kein Inside/Out-Tracking (nur optional gegen Aufpreis) und keinen integrierten Grafikcomputer, man bekommt lediglich eine Videoprojektion, das ist old-fashioned
- 33:35 Schwarz ist keine Farbe, man kann kein Schwarz darstellen, man kann Dinge in der realen Welt nicht ausblenden, höchstens durch Helligkeit überblenden, damit verändert sich vieles im Vergleich zum normalen Bildschirm
- 51:25 wenn die Projektionsoptik nicht auf den individuellen Augenabstand kalibriert wird, dann erfährt der Nutzer «Pseudo-Stereo-Eindrücke», unkontrollierte Parallaxe (Bildversatz) im linken/rechten Bild und diese stimmen nicht mit der Bildentfernung überein, dann wird dem Träger unwohl, hängt vom individuellen stereoskopischen Sehen (> Tiefenvolumen des Auges des Trägers) ab (Beispiel: 3D-Objekte im Kino fliegen auf den Zuschauer zu, irgendwann wird es unscharf und man sieht Doppelbilder)
- 54:40 Sehleistung bei Piloten und Fluglotsen ist sehr relevant, jmd., der nicht auf 100% kommt (mit Brille) darf diese Berufe gar nicht ausüben, Benutzer müssen bei AR-Technologien zusätzlich darauf getestet werden nicht nur ob, sondern auch wie gut sie stereo sehen können (individuelle Fusionsgrenzen)
- 55:40 latentes Schielen (Anm. Heterophorie) hat jeder Mensch, aber wird durch intensives, längeres Tragen eines Head-Mounted-Displays mit extremer stereoskopischer Projektion, die an den Rand des Fusionsvolumens des Trägers geht, verstärkt (Experiment mit ca. 25 Probanden / Studenten an der TU Darmstadt)
- 57:15 Was heisst, bei Flugtauglichkeit dürfen die Grenzwerte im Luftbetrieb kurzzeitig überschritten werden > sind die konservativ ausgelegt oder gibt es ein Maximum, was auf keinen Fall überschritten werden darf? > Würde gegen schlecht eingestellte Head-Mounted-Displays sprechen
- 1:09:10 ein Manko, an dem die Hersteller noch arbeiten müssen, ist der Helligkeitskontrast in den Geräten, Darstellung bei hoher Sonneneinstrahlung ist sehr grenzwertig, Farbkontrast mit der ODG R-7 bei «Grün» auf blauem Himmel war gut zu sehen, rote und weisse Anzeigen sind verschwunden, wichtig zu berücksichtigen, wenn man solche Systeme entwirft, wie hell kann

es max. werden und bekommt das Gerät den Kontrast hin, um die AR-Darstellung abzubilden

- 1:12:50 Die HoloLens ist designt für den Indoor-Einsatz, benötigt Referenzpunkte für die Kameras und wenn keine Orientierung gewährleistet wird, gibt es kein Tracking (ist also z.B. fürs Gleitschirmfliegen nicht brauchbar)
- 1:14:00 Gefahr bei Verschmelzung zwischen Mensch/Maschine besteht z.B. beim Thema der Videospielsucht, in der FAZ gab es einen Artikel darüber, dass Leute nach Google Glass Benutzung mit artifiziellem Bild süchtig geworden sind, die Informationen sind nur am Rand projiziert und Augenmuskulaturbewegung fokussiert immer auf einen Punkt oben rechts, als man ihnen die Brille nach intensivem Tragen weggenommen hat, haben die Probanden oben rechts nichts mehr gesehen, haben die reale Welt nicht mehr gesehen, da war ein blinder Fleck (Skotom) > sicherheitsrelevant bei professionellen Anwendungen, Tragedauer und Auswirkungen muss man sich im Detail genau anschauen
- 1:17:00 Sichtfeld bei Geräten ist immer noch ziemlich klein, Gefahr besteht, wenn Objekte darin sehr dominant werden und man vergisst links und rechts zu schauen > bei Arzt/Mediziner nachfragen, der sich mit dieser Technik beschäftigt hat
- 1:17:40 wenn man man Brille lediglich 10-20 Min. trägt, denkt er nicht, dass es Langzeiteffekte gibt, die negativ sind
- 1:18:20 man erfährt auch sozialen Widerstand beim Tragen von z.B. Sonnenbrillen/Google Glass mit Kamera (Leute wollen nicht aufgenommen werden), wenn es nicht angebracht ist > aber gesellschaftliche Normen verändern sich auch > Generations-/Akzeptanzfrage (Jugendliche nehmen heute alles mit Smartphones auf), Privatsphäre ist auch Thema bei Drohnen und Quadkoptern im öffentlichen / weniger öffentlichen Raum
- 1:24:25 Kollimation von lat. collineare = geradeaus zielen, richten der Lichtstrahlen, alle Anwender, die etwas beobachten müssen, das weiter weg ist als 10m, benötigen ein kollimiertes System, ideal wäre Optik, die sich der Bildentfernung anpasst von dem, was ich gerade beobachten will
- 1:25:10 man müsste Projektionsoptik haben, die den Lichteinfall immer ändert, Geräte, die er kennt, haben feste Bildentfernung eingestellt > bei Fachspezialisten nachfragen
- 1:26:20 Hersteller sind noch fokussiert auf den Consumer-Bereich, auf Greifraum der Arme ausgerichtet, insbesondere Meta (metavision.com) aber auch ODG
- 1:29:30 Gefahr bei AR ist auch, dass die AR-Infos so dominant sind, dass man vergisst, dahinter die reale Welt wahrzunehmen (Beispiel Unfall bei der US-Luftwaffe, bei dem der Pilot mit Head-Mounted-Display im Tiefflug mit Gelände kollidiert ist), beim Head-Up-Display in der Automobilindustrie ist es evtl. eine bewusste Entscheidung, die AR-Informationen auf der Motorhaube zu platzieren, damit der Fahrer gezwungen wird, den Verkehr wahrzunehmen, das Auge

akkommodiert einmal auf die Informationen im HUD, einmal auf den Verkehr dahinter, aber nie auf beides gleichzeitig

1:32:20 bei Bildschirmanzeigen in der Luftfahrt spricht man vom «Decluttering», Informationen minimalistisch präsentieren, Herausforderung für Leute, die diese Anzeigen gestalten > siehe Conclusion in Dissertation bzgl. 2D/3D-Darstellungen, schlichte Darstellungen haben in den Versuchen mit Probanden am besten abgeschnitten, Message an Designer: Anzeige nicht überladen, detaillierte Grafik ist fehl am Platz

6. Insbesondere interessieren wir uns für das Thema Akzeptanz.

- a. **Wenn bereits Erfahrung besteht: Haben Sie die Benutzer in die Entwicklung einbezogen? Sind währenddessen Akzeptanzprobleme aufgetreten? Wenn ja, wie sind Sie damit umgegangen?**

42:20 Kapitäne circa 35 Jahre oder etwas älter bis ca. 50, etwas ältere Benutzergruppe > wenn ich muss, klappe ich das Head-Up-Display runter, aber eigentlich bleibe ich lieber bei dem, was ich kenne, was ich gelernt habe, und bei meinen Instrumenten > ist eine Generationsfrage, vermutet, jüngere Generation, die mit Smartphone und PC gross geworden ist, akzeptiert schneller (sollte man in der Dissertation von Daniel Bandow nachschauen)

58:30 Da wird es evtl. Widerstände der Berufsgruppen geben, weil die Berufsehre leidet natürlich immer [...]. Das sind alles Spezialisten und die sind auch stolz drauf, was sie können, und jetzt führen sie irgendwas ein, wo sie sagen, eigentlich musst du das gar nicht mehr können, eigentlich brauche ich jetzt jemanden, der weniger kann, aber der kann die Aufgabe genauso gut erfüllen, wenn ich dem so ein Head-Mounted-Augmented-Reality-System mitgebe.

7. Wie stellt man bei einer AR Lösung sicher, dass diese bei den Benutzern gut ankommt?

59:20 Es gibt nicht nur technische Dimensionen, sondern auch soziale und arbeitsmedizinische Dimensionen, die in Unternehmen berücksichtigt werden müssen, wenn man eine Technologie wie AR einführen möchte

3.5 Interview mit Dr. Robert Adelman

Experten-Interview mit Robert Adelman

Head of User Experience und Mixed Reality bei Ergon Informatik

09.06.2017 / 1.5 Stunden

1. Was ist deine Rolle in diesem Bereich?

[2:42] Leitet bei Ergon Informatik das UX Team. Zuständig für den Bereich HCI. Die Firma hat um die 300 Leute. Bauen für alle Branchen — vor allem für grosse Enterprise Kunden — digitale Lösungen (Webanwendungen, Mobile Apps, IT-Lösungen).

[3:18] Entwickelt seitdem er zwölf ist. Hat sich für ein Stipendium in Australien beworben und schon damals gesagt, dass er künftig etwas im Bereich AR machen will.

2. Was hast du vorher gemacht?

Promoviert hat er an der ETH. Als er vor zehn Jahren an der ETH angefangen hat, hat er bereits erste AR Projekte umgesetzt.

3. Hast du bereits AR-Anwendungen (mit-)entwickelt, in welchem Kontext wurden die Anwendungen eingesetzt?

Sie haben u.a. ein Custom Device gebaut, einen Microsoft Tablet-Rechner (CHF 2-3K) umfunktioniert. In einem Raum haben sie an den Ecken ein ultra-wideband Lokalisierungssystem eingebaut. Das hat Tags gehabt. Da war eine Batterie drinnen, die hat Impulse ausgesendet. Und die waren so breitbandig und so kurz, die Pulse, dass man Reflexionen herausrechnen konnte. Das heisst, mit dem Ding konnte man sagen, wo im Raum es ist. Zwanzigtausend Stutz hat es gekostet. Mussten eine Ausnahmegenehmigung vom Kanton bekommen. Sie haben einen Intersense Orientierungssensor daran geklebt. Dreitausend Stutz. Damit konnte man sagen, wie es im Raum liegt. Musste alle fünf Minuten kalibriert werden. Damit haben wir damals schon erste Prototypen gebaut.

[4:56] «War weit weg von einem praktikablen Einsatz.»

Was war damals die Forschungsfrage?

Forschungsgruppe für Pervasive Computing. Wie man Dinge in der Welt mit Informationen und Services verknüpfen kann. Von Identifikationstechnologien (RFID, Barcodes, etc.), HCI-Aspekten, über Sensornetze, bis hin zu Themen im Umfeld des heutigen Internet der Dinge.

a. Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz von AR?

[5:18] Bei AR wollten wir schauen, wie man versteckte Dinge sichtbar machen kann. In einer Welt in der immer mehr Sensorik verbaut ist, müssen Dinge installiert, gewartet, mal konfiguriert werden, und die ganze Technik ist versteckt.

Masterarbeit: Smart-Assistance-Lösungen bei der SBB –

Prototyping und Evaluation von Augmented-Reality-Systemen für Instandhaltungsarbeiten

Autoren: Jessica Goodson, Sibylle Trenck

Nennt ein weiteres Projekt, bei dem sie Playmobil Spielfiguren mit RFID Chips versehen haben. AR hat man insbesondere in Ausnahmesituationen benutzt: bei der Installation, Konfiguration, Maintenance. Zum Beispiel, um die Positionen von Antennen, die Konfiguration und mögliche Systemfehler für Debugging-Zwecke zu überwachen und zu verwalten. Versteckte Technik sichtbar machen. Dann, wenn es notwendig ist.

[6:52] Bereich Sensor-Netze. Wenn über eine grosse landwirtschaftliche Fläche verschiedenste Daten gesammelt werden (Feuchtigkeit, Bodentemperatur), ist das sehr indirekt auszuwerten. Du hast nachher eine riesige Tabelle mit etlichen Daten. Mit AR könnte man die Bedeutung dieser Zahlen direkt im Kontext visualisieren: Du schaust aufs Feld, und siehst die entsprechenden Daten (Temperaturverteilung) direkt.

[7:16] IoT Umfeld. Im Hintergrund sind Sachen immer vernetzter, z.B. per Funk (kabellos). Welches Objekt ist gerade mit welchem verbunden? Solche und ähnliche an sich versteckten, aber relevanten Informationen können, wenn notwendig, mittels AR sichtbar gemacht und konfiguriert werden.

2010 hat er ein Projekt mit CameraPhones gemacht, um zu schauen, ob sie ganz normale Strichcodes erkennen können. Und dann im zweiten Schritt zu überlegen, welche Dienste und virtuellen Informationen oben drauf gesetzt werden könnten, z.B. Amazon-Preis bei Büchern, Informationen für Allergiker bei Arzneimitteln, etc.

[10:52] Primär ist seine Erfahrung mit Mobile-Phones gewesen.

Aus dem o.g. Case mit Barcodes ist die Scandit AG entstanden. Sie haben auch mit Google Glass geschaut, was möglich wäre. Google Glass hat für Aufmerksamkeit gesorgt, war aber eine low-cost AR, hat keine Umgebungserfassung gehabt, sondern nur eine Überblendung von Informationen.

[11:38] Damals war die Batterie in der Praxis das grösste Problem

Seit einem halben Jahr hat Ergon eine HoloLens.

Macht ihr auch Forschungsprojekte bei Ergon?

[11:58] Ändert sich so langsam. Ergon ist in der Regel ein Dienstleister, der robuste, skalierbare Lösungen baut, die in der Praxis überzeugen müssen. Auch ist die Finanzierung zumindest von riskanteren Forschungsprojekten schwierig. Die Grenzen sind aber fließend. Angewandte Forschungsaspekte gibt es immer wieder am Rande von Projekten.

Sie machen bspw. Showcases für eine Messe, woraus anschliessend aber direkt Produkte entstehen können. Die Grenze zwischen solchen ersten Showcases und anschliessenden echten Produkten mit Backend-Integration von Kundendaten, etc. ist fließend. Hier hat es sozusagen eine absehbare Roadmap.

[12:47] Jetzt haben sie eine Cooperation ETH/Ergon aufgelegt. Austausch Forschungsprojekte/Praxisbeispiele. Ergon hat echte Kunden und echte Daten. ETH hat clevere Nachwuchs-Forschende und Studenten sowie Freiheiten im Hinblick auf die Finanzierung auch riskanterer Vorhaben.

[14:54] Im Bereich Innenausstattung für Schränke konnten sie in der Praxis bereits pragmatische Sachen machen. Visualisierungen. Jemand, der wenig 3D-Raum Vorstellungsvermögen hat, kann im Detail verschiedene Ausprägungen in der Innenausstattung visualisieren.

Die Technologie entwickelt sich rasant. Am Anfang ist es immer ein wenig marketing-getrieben, aber das ist kein Nachteil.

[17:00] Im Moment halten sie die Showcases sehr simpel, weil sie das schnell bauen können. Aber bald wird man markerless Technologien einsetzen können z.B. mit Google Tango. Objekte werden mittels Machine Learning (z.B. CNNs) direkt erkannt. In 1-2 Jahren braucht man für AR bei entsprechenden Endgeräten die Marker nicht mehr. Bis alle Kunden ein Tango-fähiges Phone oder etwas Vergleichbares haben dauert es noch eine Weile. Bereits heute ist mit Technologien wie AR Kit einiges möglich, und die Entwicklung hin zu mehr Möglichkeiten (z.B. einer robusten Umgebungserfassung) geht stetig voran.

[18:06] Generell sieht er sehr viel Potential im Bereich Versteckte-Dinge-sichtbar-Machen. Wartung, Konfiguration und Maintenance im Industriekontext, wo Dinge immer mehr mit Sensorik und Aktuatorik verbaut werden. Ebenso in der Produktvisualisierung im Kontext (z.B. die virtuelle IKEA Couch direkt daheim ansehen).

Heute bereichern sich die Themen zunehmend gegenseitig. Ein paar konkrete Beispiele von Use Cases, wo sich AR eignet:

[18:40] Navigation. WayRay ist eine chinesische Firma, die aus politischen Gründen ihren Sitz in der Schweiz hat. Sie bauen AR Windschutzscheiben. Nicht nur ein kleines Heads-Up Display — zumindest vom Eindruck her wird ein Grossteil der Windschutzscheibe genutzt, um Informationen zu überlagern/transportieren. Ein Navigationssystem wird auf die Windschutzscheibe übertragen, sozusagen.

[19:40] Visualisierung von Dingen, bevor ich sie habe. Kapanu visualisiert z.B. dein neues Gebiss. Sie nutzen dazu ein Tablet. Sie haben sehr viel reingesteckt in das Rendering. Sieht also ziemlich echt aus. Kann praktisch als Sales-Argument genutzt werden. Erhöht massiv die Chancen, dass sie ein relativ teures Produkt an die Kunden verkaufen können.

[22:05] Es gibt zwei Schienen: Konsumentenmarkt und industriellen Markt. Head Mounted Displays sieht er in vorhersehbarer Zeit im industriellen Umfeld. Vor allem in Industrien, in denen sowieso physikalische Güter da sind und wo Risiko da ist, das ich durch AR vermindern lässt.

z.B. In der Öl/Gas-Industrie. Stoffe, die man nicht verträgt.

HoloLens wirbt mit dem Wartungs-Case, entspricht aber noch nicht ganz der Realität. Eher Marketing. Tracking funktioniert schon ziemlich gut, aber es gibt noch viele Sachen, die in der Praxis nicht oder nicht gut genug gehen. Neben dem aktuell noch sehr eingeschränkten Sichtfeld fehlen z.B. einige Features für viele Anwendungen. Gar nicht mal unbedingt an dem Head-Mounted-Display an sich, sondern den Cloud-Diensten dahinter: Beispielsweise gibt es kein weltweites «Koordinatensystem», das sicherstellen würde, dass ich eine Brille aufsetze und dadurch sofort weiss, wo genau ich mich weltweit befinde, mit den an diesem Ort relevanten Angaben und Informationen. Tracking muss immer erstmal hergestellt werden. Unabhängig von der Technologie, ist es heutzutage oftmals auch noch aufwändig, die notwendigen 3D Modelle zu erstellen — ist nicht günstig.

Er sieht auf der anderen Seite einen Vorteil bei der HoloLens, was die Remote Expert Funktionalität angeht. Bei Bedarf zieht ein MA die HoloLens auf, ruft den Kollegen im Back Office per Skype an, dieser sieht, was er sieht, und man hat die Hände frei... Kein High-Tech, aber sehr nützlich mit direktem Mehrwert.

Andere HMDs hat er bislang nicht getestet. Verspricht sich im Moment am meisten von Apple ARKit (als sehr breit verfügbare Technologie) sowie Googles Tango Plattform (im Hinblick auf die Umgebungserfassung) für mobile Geräte.

[25:25] High-End Bereich mit Tracking und hohe Genauigkeit. Da ist Tango interessant. Er hofft, dass in 1-2 Jahren die Nachfolgergeräte von HoloLens ein grösseres Sichtfeld und mehr Robustheit zu einem erschwinglicheren Preis bieten. ..

[25:56] Consumer Smartphones. Snapchat. Facebook hat eine AR Plattform angekündigt mit Ökosystem und Tools hintendran. Apple hat vor 3 Tagen ein AR Kit angekündigt, bei dem mit normalen Smartphones Sachen visuell gemacht werden können. Hier ist das Interessante, dass es von heute auf morgen für eine Milliarde Nutzer funktioniert.

Wenn Benutzer mit leichten Sachen (sprich Handys) anfangen, nimmt es ihnen die Berührungängste mit neuen (aufgezwungenen) Technologien im beruflichen Kontext?

Im Hintergrund ist es vielleicht technologisch komplex, aber die Verwendung wird immer einfacher.

[27:22] «Wenn mal die Technologie da ist, dann kommen auch die Use Cases... Es ist wie immer bei einer neuen Geschichte. Auch als das erste iPhone da war, hatte es noch keinen App Store. Was konnte ich damit machen? 'Oh cool, ich kann meine E-Mails in Grösser anschauen.' Und was man dann wirklich alles damit machen kann, das kommt erst ... wenn auch das ganze Ökosystem gereift ist.»

Bzgl. AR gibt es mittlerweile die ersten Kameras, die 360 Grad Bilder aufnehmen, die ersten 3D Scanner für den Endkunden.

4. Was ist der Unterschied zwischen Augmented und Mixed Reality?

[28:55] Begriffe kommen und gehen. Eine mögliche Erklärung: Microsoft wollte die Betonung darauf legen, dass es nicht nur darum geht, Informationen anzuzeigen, sondern darum, den Kontext der echten Welt zu verstehen und virtuelle und echte Aspekte beliebig und konsistent zu kombinieren/zu vermischen.

[29:48] Das ganze ist sicherlich auch marketing-getrieben. Mixed Reality ist ein Begriff, den Microsoft komplett besetzen und prägen kann. Im Gegensatz zu Augmented Reality – ein Begriff, zu dem bereits zahlreiche Informationen und Player im Netz auffindbar sind.

5. Insbesondere interessieren wir uns für das Thema Akzeptanz. Hast du schon Benutzer in die Entwicklung einbezogen? Sind währenddessen Akzeptanzprobleme aufgetreten? Wenn ja, wie sind Sie damit umgegangen?

Cool finden alle alles. Bei Smartphones ist die Akzeptanz bereits da.

[30:33] Bei der HoloLens sehe ich die Akzeptanz eher nicht. Nicht für den Dauereinsatz, aber für Showcases. Ausnahmen sind sicherlich Bereiche, in denen Mehrwert bereits hoch genug ist, z.B. im Umfeld pragmatischer Remote-Maintenance Einsätze.

Wir als Spezialisten haben kaum eine Chance, Benutzer von etwas zu überzeugen, wenn sie selber nicht wollen und der echte Mehrwert einfach noch nicht vorhanden ist.

Es gibt Bestrebungen von Unternehmen, Arbeitsprozesse zu optimieren, Kosten einzusparen. Es stellt sich die Frage, wie man dieses Ziel erreichen kann, ohne dass man die Benutzer zwingt, eine neue Technologie anzuwenden.

[34:00] Die Technologie wird besser. Es ist eine gute Zeit loszulegen, weil dann ein Lerneffekt stattfindet. Es geht nicht darum, dass der Benutzer sich an die (noch unausgereifte) Hardware gewöhnt, sondern darum, dass eine gewisse Grunderfahrung da ist. Am meisten lernt man, wenn man etwas praktisch ausprobiert.

6. Wie stellt man bei einer AR Lösung sicher, dass diese bei den Benutzern gut ankommt?

7. In deiner Erfahrung, welche Herausforderungen hat man beim Prototyping von AR Lösungen? Welche Aspekte eines Konzepts kann man mit einem AR-Prototypen testen?

[35:38] Einige Dinge bleiben gleich: Möglichst früh, möglichst billig konkret werden. Möglichst schnell lernen, möglichst schnell iterieren.

Mit Papier und Bleistift anfangen und dabei nicht nur die Screens, sondern auch die Umgebung zeichnen.

3D Räumlichkeit (reale und virtuelle) muss ein Teil des Grobkonzepts sein. Wie nah darf man an ein Objekt ran, etc. Was passiert, wenn der Benutzer die Perspektive wechselt? Sieht es noch echt aus?

Um die Prototyping-Tools zu benutzen braucht man mehr Programmierkenntnisse (als beim 2D-Prototyping)

[37:00] Man muss kein Image-Recognition-Experte sein. Aber es hilft, wenn man die Technologie kennt und schätzen kann, was einfach machbar, was komplexer wäre. Es hilft, wenn du ein bisschen Ahnung von Tracking hast. Musst aber kein Experte sein.

[38:24] Anderer Challenge. Interface-Elemente in der 3D-Welt. Wie navigiert man durch virtuelle Objekte in einem realen Kontext?

[39:44] Langfristig wäre die Idee, dass die Interaktion möglichst natürlich wird. Ideal wäre, wenn man keine Pfeile links und rechts ansteuern muss, sondern das Objekt direkt schieben kann. Braucht es überhaupt User Interfaces oder kann man das noch natürlicher gestalten? Durch z.B. genaue Erkennung von Gliedern (Händen) im Raum.

[41:00] Vor fünf Jahren waren Sprach- und Gestenerkennung, noch nicht so weit. Es kommt aber von alleine. In den letzten paar Jahren hat Machine Learning einen grossen Sprung gemacht.

[41:50] Weiterer Challenge. Uncanny Valley Effect. Menschen erkennen sofort, wenn etwas «off» ist. Hinterlässt ein unwohles Gefühl. Man soll in dem Fall, in dem man kein fotorealistentes Erlebnis produzieren kann, bewusst auf einen abstrakten Stil setzen. Echte Beleuchtung ist z.B. sehr schwierig genau hinzubekommen. Bewusst ein bisschen einfacher halten.

[44:00] Möglichst schnell, möglichst billig Prototyp z.B. mit Pappkarton basteln. Wie können die Benutzer darum herum laufen, aus welchen Perspektiven betrachten? Er macht relativ früh einen Prototypen, mit dem echtes Tracking funktioniert. Es braucht in dem Moment oftmals noch keine finalen hochgenauen 3D Objekte — nur Platzhalter. Parallel kann der Kunde hochprofessionelle 3D Modelle erstellen lassen.

[45:20] Wichtig beim Testen/Präsentieren ist: Dinge für andere sichtbar machen. Achtung bei der Idee, dies über den Browser im HoloLens per Streaming zu machen. Dabei sinkt die Leistung von der HoloLens, führt zu einer deutlich schlechteren Erfahrung.

[46:36] Findet er nützlich. Proxy-Objekt in der echten Welt. Ein Objekt, welches sie wirklich in die Hand nehmen kann (der Platzhalter in der echten Welt, welcher mit dem Platzhalter in der virtuellen Welt matched).

[01:01:09] Virtual Reality um AR zu prototypen: kommt darauf an, was man prototypen möchte. Wenn man im Raum beweglich sein muss, macht dies weniger Sinn.

[01:14:50] Informationsarchitektur, Screenflows — das sind alles Modelle, mit denen ich gewisse Aspekte eines Systems beleuchte. Es gibt auf der Ebene keine inhärenten Unterschiede zu AR.

Immer vom Groben ins Feine. Aber alleine durch die Räumlichkeit von AR kommen sicherlich noch mehr Dinge, wie z.B. physikalische Grundlagen, die berücksichtigt werden müssten.

Bist du der Meinung, dass man die Heuristiken auch für AR einsetzen kann?.

Geht sicher. Sie sind sehr allgemein gehalten. Wenn man aber ranzoomt, gibt es sicher konkretere Guidelines, die man erstellen kann.

Welche Human Factors muss man berücksichtigen?

[49:48] Je nach Hardware unterschiedlich. Wie setze ich das Ding auf? Virtual Reality klappt meistens gut. Man setzt das Ding auf und nach fünf Minuten denkt man, «Ah cool, wow. Das geht.» Viele andere Nachteile dann. Bei der HoloLens ist es eher anders rum. Da muss man einen Nachmittag damit rumspielen. Nach nur einer halben Stunde denkt man: «Was ist für ein Schrott ist das denn?» Es drückt, und man muss sich mit der Multimodalen-Bedienung erst einmal vertraut machen. Das Sichtfeld ist aktuell relativ klein. HoloLens nutzt die Display Technologie Waveguides. Bei Display-Technologien gibt es oftmals Tradeoffs: Platzbedarf, Sichtfeld, Kosten. Magic Leap investiert viel in diesem Bereich.

[51:20] Die Wahrnehmung von Objekten, die weit weg sind, funktioniert gut mit der HoloLens. Was nicht gut funktioniert, sind grosse Objekte, die dem Betrachter nah sind. Da merkst du massiv, dass es ein Mini-Ausschnitt ist. Aber die Augen können natürlich fokussieren.

Wir fragen uns, welches Ergebnis unsere Arbeit haben soll, damit wir unserem Auftraggeber einen Mehrwert bieten können. Sollen wir ihm eine Hardware-Empfehlung aussprechen, z.B.?

[52:30] Wofür hat der Auftraggeber aus Businesssicht am meisten Interesse? Wo drückt der Schuh? Wo wollen sie etwas investieren? Was ist der Gesamtkontext.

[53:20] Erwarte nicht, dass die Produkte gleich perfekt sind, aber trotzdem ist es der richtige Moment zum Einsteigen. Sei mutig, Sachen erstmal marketing-getrieben anzugehen.

[54:00] Von den Geräten ablösen. Da hinterher zu rennen... Da hat man verloren. Er würde auf die Meta-Level einsteigen. AR ist neu, zieht aber extrem an und es ist jetzt am Sprung, relevant zu werden. Weil:

- Die Hardware ist billiger, leistungsfähiger, besser geworden
- Das ganze Ökosystem reift, es wird leichter, Software zu erstellen — mit z.B. einem Gaming Engine wie Unity 3D, die plattform-übergreifende Executables erzeugt, muss man nicht den neuen Geräten immer hinterher heizen.
- [56:17] Viele Trend-Themen (AR/VR/Machine Learning/IoT, etc.) bedingen sich gegenseitig, pushen sich gegenseitig.

8. Kennst du weitere Spezialisten auf dem Gebiet, die du uns für Recherchen empfehlen würdest?

Simon Lynen ist der Kernentwickler von Google Tango, war an der ETH. Hat neulich eine Rede gehalten auf einem Event der Swiss Association for AR and VR in Genf.

(Es ging hier wieder ein bisschen um das Thema Prototyping AR)

[01:04:35] Im Moment ist es schwierig, AR über die üblichen Disziplinen zu verteilen. Es ist eine inhärente Schwierigkeit in dem Bereich, Leute zu finden, die generell alles rund um ein AR Projekt ausführen können: Konzept, Design, Entwicklung. Es wird aber immer einfacher.

[Auch hier Vision:]

[01:10:32] «Menschen, wir sind getuned auf Kommunikation, wir sind getuned auf die echte Welt, auf physikalische Gegebenheiten... In der Vergangenheit mussten wir uns immer mehr an die Technologie anpassen... aber Technologien verschwinden immer mehr aus unserem Fokus und passen sich immer mehr an uns an.»

Siehe Mark Weiser.

9. Welche Rolle spielt die Automatisierung?

Zwei Sachen fallen ihm zum Thema Automatisierung ein. Das erste: Alles was automatisierbar ist, wird automatisiert werden. Durch Fortschritte im Bereich Machine Learning haben wir immer mehr Möglichkeiten, Menschen nicht nur im Hinblick auf mechanische Arbeit, sondern zunehmend auch bei intellektuellen Routinearbeiten abzulösen. Das Zweite: Trotzdem wird die Flexibilität von Menschen auf absehbare Zeit sicherlich gebraucht werden. Hier hat Augmented Reality ein grosses Potenzial Menschen zu ermöglichen, Dinge nicht nur effizienter, sondern mensch-gerechter durchzuführen. Ebenso müssen im Unternehmen Menschen immer schneller geschult werden, wobei AR insbesondere «Anfänger» unterstützen kann. Zum Beispiel beim Zusammenbau komplexer Teile im industriellen Umfeld.

Auch ausserhalb der Unternehmen werden immer mehr Tätigkeiten, die früher vom Unternehmen ausgeführt wurden, jetzt durch den Konsumenten ausgeführt: Check-in am Flughafen, Kassieren im Supermarkt. Hier hat AR ebenfalls ein grosses Potenzial.

Siehst du eine Gefahr in der Verschmelzung von Mensch und Maschine?

Wir werden immer abhängiger von Technologie. Findet er aber nicht so schlimm. Wir gewinnen dadurch mehr Freiraum im Kopf, um über abstraktere Dinge zu grübeln.

10. Deine Vision für AR?

Augmented Reality Erfahrungen sind uneingeschränkt möglich. D.h.: komplettes Sichtfeld, perfekte Erfassung der aktuellen Umgebung und des Kontextes, sodass echte und virtuelle Dinge beliebig gemischt werden können, Batterie hält. Technologisch wie auch immer gelöst. Aber auf alle Fälle sehr bequem, klein, unauffällig und man sollte sich um nichts kümmern müssen. Auf absehbare Zeit vermutlich in eine Brille integriert; langfristig gerne ohne Spezialgerät – wie auch immer umgesetzt (direkte Brain-Interfaces, Projektoren in der Umgebung, welche direkt in die Augen projizieren, direkt in die Scheiben von Autos, Skibrillen, oder Fensterscheiben integriert, etc.). Ich kann einfach nur mein Leben leben, die Vorteile der Technologie nutzen, aber ohne Einschränkungen.

11. Dürfen wir dich bei allfälligen weiteren Fragen kontaktieren?

Natürlich

Abschliessend ein paar Worte

R_Adelmann_2.m4a

- [0:08] Es gibt Potenzial, eine massive Personalisierung mit AR zu ermöglichen
- [0:20] Alleine auf der visuellen Ebene hat Augmented Reality die Möglichkeit, ziemlich viel zu verändern. Nette Romane über einen Anachronisten, der gerne im Mittelalter gelebt hätte, ist aber dummerweise ein paar Jahrhunderte später geboren. Er läuft in einer virtuellen Realität rum — die Welt um ihn ist eigentlich nicht anders, aber er nimmt sie als mittelalterlich wahr.
- [0:46] «Es ist schon so, dass wir in der gleichen Welt sind... aber ich kann doch in gewisser Weise in meiner Welt leben... Ich lebe dann doch mehr in meiner Bubble als jetzt wahrscheinlich.»
- [1:27] Bei AR sieht er mehr Potential als bei VR. Sobald die Technologie aufgeholt hat, wird man frei einstellen können, wie viel Realität, wie viel Virtualität dabei ist
- [1:39] VR sieht er mehr bei Entertainment, E-Commerce, Bildung, LIVE-Dabeisein (im Operationssaal z.B.). Da geht's um Erfahrung/Erlebnis. Ängste beseitigen.
- [3:23] Wir sind räumliche Wesen. Eine überzeugende Illusion verknüpft Gelerntes mit Erfahrungen, so bleibt es besser hängen.

3.6 Interview mit Dr. Lukas Zimmerli

Experten-Interview mit Lukas Zimmerli,
Team Lead Mobile Apps and Augmented Reality at Swisscom

14.07.2017 / 9-10 Uhr / Swisscom Businesspark P51

Anmerkung

Lediglich die verwendeten Zitate von Dr. Lukas Zimmerli, die wir im Bericht verwendet haben, wurden zur Veröffentlichung freigegeben. Das gesamte Transkript des Gesprächs können wir aus diesem Grund nicht dokumentieren.

1. Wie stellt man bei einer AR-Lösung sicher, dass diese bei den Benutzern gut ankommt?

59:35 / «Es kommt extrem auf die Kommunikation drauf an, wie man diese Brille einsetzt, wie man die Leute langsam hinführt [...], dann wird es [die AR-Anwendung] langfristig eher eine Akzeptanz finden.»

1:00:50 / man muss Leute haben, «Heros», die technikaffin sind, die die Lösung super finden auf einer Brille und die stecken Kollegen eher an > «Wenn ihr Lust habt, die Brille zu testen, dann probiert die mal aus.»

2. In welchem Kontext haben Sie bereits AR-Anwendungen entwickelt, in welchen Bereichen wurden die Anwendungen eingesetzt, z.B. im Business Case GBT/CBT?

a. Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz im genannten Kontext?

55:40 / «Am Schluss geht's immer darum, wie ich das Wissen am schnellsten finde, welches mir ermöglicht, meine Arbeit effizient zu erledigen.»

3.7 Interview mit Ines Lindner

Experten-Interview mit Ines Lindner,
Lead Consultant User Experience, Zühlke

14.07.2017 / 16-17:30 Uhr / Skype

1. Was ist Ihre Rolle in diesem Bereich?

[2:15] Arbeitet bei Zühlke in Hamburg als Lead Consultant für User Experience. Schwerpunkt Interaktionsdesign.

[3:36] Bei Zühlke schauen sie sich alles Neues Technologisches an. Sie hat sich freiwillig gemeldet, AR unter die Lupe zu nehmen. Hat an einem Camp mit 10 Personen inkl. Steffen teilgenommen.

[4:20] Was bedeutet diese neue Technologie für uns UXler? Wie müssen wir z.B. unsere Workshops gestalten?

2. Was haben Sie vorher gemacht?

[2:26] Vor allem war sie in der Branche Medizin und der Spieleindustrie, vorher als Interaktionsdesignerin tätig.

[20:04] 3.5 Jahre vor Zühlke hat sie bei Bigpoint gearbeitet. Browser Spielefirma. Hat sich mit 3D-, Sound- und optischem (vor allem was Geschwindigkeit angeht) Feedback beschäftigt. Was passiert mit einem Objekt, wenn es nicht im Sichtfeld steht, wie geht's mit der Wiedererkennbarkeit?

[2:59] Sie bezeichnet sich als Anfänger, was AR angeht.

3. In welchem Kontext haben Sie bereits AR-Anwendungen entwickelt, in welchen Bereichen wurden die Anwendungen eingesetzt?

[5:06] Mit zwei Kollegen hat sie sich für die Auszeichnung als Microsoft Partner beworben.

[5:16] In drei Monaten mussten sie eine Aufgabe lösen, eine Applikation für einen industriellen Use Case und mit einem echten Benutzer kreieren.

[5:58] Ihr Auftraggeber war Jungheinrich. Jungheinrich macht Lagersysteme und Gabelstapler weltweit. Die Applikation sollte einem Servicetechniker dabei helfen, Fehlercodes zu übersetzen. Danach wurde der Benutzer durch ein Tutorial zur Behebung des Fehlers geführt.

a. **Welchen Mehrwert hat eine solche Lösung aus Ihrer Sicht?
(Was wird damit erreicht?)**

b. **Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz im genannten Kontext?**

[7:11] Zeit ist ein wichtiger Faktor.

[7:38] Servicetechniker kennen alle Typen der Stapler. Aber viele Kunden haben Einzelfertigungen. Die kleinen individuellen Unterschiede kennt der Servicetechniker nicht unbedingt. Er ist erstmal blockiert und muss eine zweite Person dazuholen.

[8:35] Ursprünglich war die Idee, dass die App hands-free Arbeiten ermöglicht und den Servicetechniker mit einem weiteren Experten verbinden kann. Festgestellt haben sie dann, dass man dies über Skype schon machen kann (also, nicht interessant als Applikation aus Sicht von Microsoft)

[9:00] Sie haben ein geführtes Reparatur-Szenario umgesetzt.

[10:19] Die App übersetzt einen Fehlercode in natürliche Sprache und führt den Techniker heran, was er zur Behebung unternehmen muss. Ein geführtes Tutorial.

c. Was können wir mit AR heute noch nicht erreichen?

Zusammen Mittagessen gehen. Menschen werden immer mit den Händen arbeiten wollen. Wichtig ist, dass man Technologie ablegen kann, nicht immer online ist.

4. Welche Technologie kam zum Einsatz: Tablets, Head-Mounted-Displays, andere?

[14:56] Keine Erfahrung mit weiteren HMDs. Noch hat sie wenig Erfahrung mit Tablets. Sie sieht bei HoloLens den Vorteil, dass sie hands-free zu bedienen ist.

[16:15] Jungheinrich hat auch eine Tablet App entwickelt, die Ähnliches macht wie die HoloRepair App von Ines und Steffen. Die Benutzer haben nur dabei nicht die Hände frei gehabt. Remote Expert kann man auch mit einem Tablet machen. Die Use Cases sind ähnlich. Grösster Unterschied: Man interagiert hands-free mit der HoloLens.

Was sind die Nachteile von HMDs?

[17:09] Sie findet, diese sind noch nicht ergonomisch genug, Sichtfeld zu klein, man kann die Brille nicht lange tragen (etwa 45 Minuten im Durchschnitt).

5. Wer sind die Benutzer des Systems, wie haben sich die Arbeitsprozesse durch die Technologie verändert?

[7:29] Servicetechniker sind sehr gut ausgebildete Fachexperten. Sie werden in-house trainiert und ausgebildet.

6. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die Einführung erfolgreich sein kann?

[11:25] Eng mit Benutzern zusammenarbeiten, Use Case mit ihnen durchspielen. Status quo anschauen. Wo gibt es Medienbrüche, welche Workarounds (Beispiel vorher/nachher Foto)?

[12:10] Welche einzelnen Schritte könnte man durch Technologie verbessern?

7. Welche weiteren Business Cases gibt es für einen Einsatz mit AR-Anwendungen im industriellen Kontext bei der SBB?

Wartungs-Case überall — Elemente bei einem Zug. Schaffner könnte die Arbeit des Technikers machen. Trainings und Visualisierung von Kabeln. Bombardier setzt VR ein, um neue Züge zu visualisieren.

3D Modelle und Pläne werden immer gefragter. Im Moment können diese in der HoloLens nicht gut gerendert werden. Low-Poly Modelle

8. Was ist der Unterschied zwischen Augmented und Mixed Reality?

Sie bestreitet, dass Mixed Reality nur ein Marketing Spruch von Microsoft ist. Das Konzept stammt aus dem Virtual Reality Continuum von Paul Milgram 1994. Bei Mixed Reality sind 3D Objekte in der Realität verankert, reagieren auf den Benutzer. So hat sie das bislang verstanden, aber seit Kurzem wird der Begriff auch anders verwendet. Ist schwierig.

9. Wieso ist Augmented Reality aktuell in aller Munde?

10. In welchen Formen haben Sie selber Gelegenheit gehabt, AR auszuprobieren?

11. Ist der Markt Ihrer Meinung nach reif für den Einsatz einer solchen Technologie?

12. Welche Hürden gibt es noch zu überwinden?

Das Interface. 2D wird im Moment auf 3D übertragen. Scrollen, Tap-und-Hold funktionieren nicht gut in einer 3D Umgebung. Wisch-Gesten fehlen, die Hände müssten getrackt werden.

13. Insbesondere interessieren wir uns für das Thema Akzeptanz.

a. Haben Sie die Benutzer in die Entwicklung einbezogen? Sind währenddessen Akzeptanzprobleme aufgetreten?

[18:06] Nachdem der Servicetechniker die Gesten initial gelernt hatte, war Akzeptanz da, [17:55] aber die Brille hat nach kurzer Zeit auf die Nase gedrückt, war unbequem, [18:27] er musste zu weit weg von einem Objekt gehen, damit er es richtig sieht...

b. Wenn ja, wie sind Sie damit umgegangen?

Zur Kenntnis genommen

c. Fließen die Erkenntnisse aus den Tests in die Weiterentwicklung ein?

Ja. Beobachtete Workarounds sind als Feature in die Entwicklung eingeflossen (Foto machen). Da haben sich die Servicetechniker gewundert, dass das Team daran gedacht hat.

14. Wie stellt man bei einer AR-Lösung sicher, dass diese bei den Benutzern gut ankommt?

Wir können klassische (2D) und physische Patterns (z.B. Absperrband) benutzen. Wir können die Umgebung modellieren, um selber besser zu verstehen, um wichtige Fragen zu erleuchten (z.B. gehört das Interface zum Benutzer oder zum Objekt?). [Note: Jess erinnert das an die Point and Click Adventure Games à la LucasArts. Der Protagonist besitzt Tools, aber die Objekte im Spiel «wissen», ob das Tool auf sie angewendet werden kann.]

Im Übrigen können Gaming Patterns super funktionieren. Wie zum Beispiel der «Glitzer Pfad», um Benutzer zu zeigen, wohin sie sich bewegen sollen.

15. Aus Ihrer Erfahrung, kommen Prototypen im Entwicklungsprozess sinnvoll zum Einsatz?

a. Welche Arten von Prototypen setzen Sie im Entwicklungsprozess ein, Low-Fi bis Hi-Fi?

Sie hat einen Monat lang nur auf Papier gearbeitet, angefangen mit Storyboards. Mit Tilt Brush haben sie ein einfaches Objekt inszeniert, damit sie selber damit interagieren konnten. So haben sie wichtige Fragen zur Gestaltung aufgeworfen.

[13:17] Sie haben die Wizard-of-Oz-Methode verwendet, indem Ines die HoloLens geschauspielert hat.

«Wir haben das [Methode Wizard of Oz] geschauspielert, indem ich die HoloLens war und der Benutzer entweder über einen Sprachbefehl [...] oder über einen Dialog [Wireframe auf Papier] eine Interaktion ausführen konnte [...] Da haben wir gemerkt, dass es wesentlich effizienter ist, wenn der Benutzer reden kann [...]; das geht schneller als Air-Tab.»

Dialog (auf Papier gezeichnet): seine Absicht klar machen. Wesentlich effizienter, wenn Benutzer reden kann.

Später haben sie parallel die App in Unity entwickelt.

16. Welche Herausforderungen hat man in Ihrer Erfahrung beim Prototyping von AR Lösungen? Welche Aspekte eines AR-Konzepts kann man mit einem Prototypen testen?

[13:00] Mit reinen Wireframes kommt man nicht weit.

Man soll sich nicht zu schnell für eine Lösung entscheiden. Das nächste Mal könnte sie sich vorstellen, Dialoge auf ein Whiteboard zu schreiben und diese zu fotografieren, als lo-fi Prototyp zu benutzen. Das Schauspielern des Szenarios ist wichtig.

Am Anfang haben sie sich einmal wöchentlich mit dem Servicetechniker getroffen, gegen Ende des Projekts einmal monatlich. Teilweise haben sie nur eine technische Validierung gemacht (anstatt mit Benutzern), aber sie haben ständig iteriert (auch wenn nicht immer mit dem Benutzer validiert wurde).

17. Sind Sie der Meinung, dass man Jakob Nielsens Heuristiken für Interface Design auch für AR einsetzen kann?

[22:08] Ja. Man findet alle wieder. Und zwar bei AR und VR. Die Methoden sind dieselben.

Mögliche weitere Punkte? Immersion/Eintauchen liegt mit den Nielsen Heuristiken nicht drin. Ist aber eher für VR wichtig. Der Ablauf ist bei AR unglaublich wichtig. Was kann der Benutzer machen? Was bietet das System?

18. Welche Human Factors muss man berücksichtigen?

Hier findet man einige Hinweise aus der Gaming Welt: Motion Blur, da Menschen 30 Grad scharf sehen und dann nur noch Lichtreflexionen. Game-Designer haben sich auch mit Fragen

auseinandergesetzt wie: Wie schnell darf ein Objekt auf einen Benutzer zukommen? Welche Töne sind angenehm, Sound überhaupt. Timing.

19. Welche Aspekte gehören zu dem «Design» eines AR Systems?

[13:07] Zu einem Interaktionskonzept gehören zwei Aspekte: 1) Wo genau erscheint die benötigte Information? 2) Was passiert, wenn der Benutzer sich bewegt?

Wie interagiert ein Benutzer mit dem System?

Wir haben Gesten basierte und Sprachsteuerung getestet. Sprechen fiel den Benutzern leichter (die Sprachbefehle haben sie bewusst sehr einfach gehalten).

20. Was wäre für Sie persönlich eine Erfolgsgeschichte mit AR?

a. Was ist Ihre Vision in Bezug zur Weiterentwicklung der Technologie?

Sie möchte ganz ohne Computer arbeiten können. Zielvorgabe: Wenn die technischen Probleme kleiner werden und die Geräte ergonomischer, wird AR eine unverzichtbare Technologie.

21. Dürfen wir Sie bei allfälligen weiteren Fragen kontaktieren?

Ja, klar

3.8 Interview mit Tobias Walter

Experten-Interview mit Tobias Walter,
AR Developer, Ergosign

14.07.2017 / 12-13:00 Uhr / Skype

1. Was ist Ihr Bezug zu AR/Ihre Rolle in diesem Bereich?

[04:05] Er hat vor drei Monaten seine Masterarbeit abgegeben. [Recording 2, 23:43] Darin hat er eigene Heuristiken zu AR aus bestehenden Heuristiken abgeleitet und evaluiert. Abschliessend hat er einige Patterns für Augmented Reality entwickelt.

Er arbeitet als Software Engineer bei Ergosign Saarbrücken. Dort baut er 50% mit Unity für AR-Lösungen und 50% für andere Arten von Lösungen.

2. Was haben Sie vorher gemacht?

Student

3. Haben Sie bereits AR-Anwendungen (mit-)entwickelt?

Ja.

a. In welchem Kontext wurden die Anwendungen eingesetzt?

[05:57] Als Showcase für die SPS Messe hat Ergosign eine App für einen Maintenance Case entwickelt. Die kritischen Werte einer Maschine werden auf die HoloLens projiziert. Mit wenig technischem Know-How kann ein Mitarbeiter die Maschine «ablesen». Eine Fehlermeldung von der Maschine wird von der HoloLens aufgegriffen, eine Anleitung zur Reparatur eingeblendet. Die zu drehenden Drehscheiben werden an der Maschine mit einer Überblende angezeigt. Noch ist Ergosign dabei, potenzielle AR-Kunden zu identifizieren. Sie entwickeln erstmal nur Projekte als Showcases, um zu zeigen, wozu sie in der Lage sind.

b. Welchen Mehrwert bietet AR beim Einsatz im genannten Kontext?

Wenig Wissen erforderlich, senkt die Fehlerquote

c. Welche Technologie kam zum Einsatz: Tablets, Head-Mounted-Displays, andere?

Die HoloLens, Samsung GearVR, Tablet.

Google Glass haben sie auch ausprobiert. Dieses hat sehr schlecht abgeschnitten, da es sich ständig überhitzt hat.

Vorteil HoloLens: Hand-free, markerless. Nachteil: Draussen geht's nicht.

4. Was ist der Unterschied zwischen Augmented und Mixed Reality?

[15:55] Augmented Reality ist schon eine einfache Überblendung. Mixed Reality heisst, dass virtuelle Objekte in den 3D Raum integriert werden.

5. Insbesondere interessieren wir uns für das Thema Akzeptanz. Haben Sie schon Benutzer in die Entwicklung einbezogen? Sind währenddessen Akzeptanzprobleme aufgetreten? Wenn ja, wie sind Sie damit umgegangen?

[21:24] Gemischte Reaktionen auf der Messe. Nutzung im öffentlichen Raum schwierig. Besser im Industrieumfeld. Was sie beeindruckt hat: Stabilität des Interfaces.

6. Welchen Herausforderungen begegnet man in Ihrer Erfahrung beim Prototyping von AR Lösungen? Welche Aspekte eines AR-Konzepts kann man mit einem Prototypen testen?

[22:25] Im Moment ist es schwierig. Sie steigen direkt mit Unity ein. Kein Sketch. Er vermutet, Paper-Prototyping würde gut gehen. Pappe als Platzhalter für 3D Objekte im Interface.

«Es ist schwierig [...]. Ich habe Probleme gehabt, Tools zu finden, mit denen ich gut mit den Designern interagieren kann beim Prototyping [...]. Deswegen bin ich bei dem Shortlist damals so vorgegangen, dass ich kurz und halt in Unity selbst einen Prototypen gebaut habe, weil es sehr schnell geht, einfache Sachen zu bauen [...]. Wir haben uns das dieses Jahr als Ziel gesetzt, einen Workflow zu finden, der Design und Entwicklung besser miteinander verbindet.»

7. Sind Sie der Meinung, dass man Jakob Nielsens Heuristiken für Interface Design auch für AR einsetzen kann?

Nicht alle Heuristiken sind gleich relevant, aber zum Beispiel ist der «Point of Interest» zentral: Wie macht man Objekte sichtbar, die die Aufmerksamkeit auf sich ziehen sollen. Zum Beispiel kann Ton eine Rolle spielen in der räumlichen Verortung von Objekten.

8. Welche Human Factors muss man berücksichtigen?

Sichtfeld (normales menschliches Sichtfeld: 110° in der Breite), Beweglichkeit/Gestik, Belastung (Gewicht der Brille), Helligkeit & Schärfe

9. Ihre Vision für AR?

Kontaktlinsen, die Licht auf die Retina projizieren. Magic Leap hat die richtige Vision, Projekt wird aber noch geheim gehalten. Den Einsatz von AR sieht er überall. Im industriellen Kontext: Wartung, Monitoring, Sicherheitsschulungen. Wo er AR weniger sieht ist Ausbildung. Da ist VR relevanter.

Was auf jeden Fall besser werden muss: Akku-Laufzeit. Und die Performance — insgesamt weniger laggy und besseres Rendering

10. Es gibt Navigations- und Layout-Patterns in klassischem UI Design. Gibt es noch weitere Kategorien, die bei AR relevant sind?

Kommt etwas auf die Technologie darauf an.

Aber allgemein: Platzierung. Skalierung/Rotierung/...

11. Wo könnte AR in Deutschland Einsatz finden?

Autoindustrie, Bosch, Siemens, Lufthansa (schon länger bei ihnen im Einsatz)

12. Was sagst du zu der Angst, dass Menschen durch diese neue Technologie ersetzt werden?

Die Technologie soll nicht ersetzen, sondern unterstützen.

3.9 Themen-Clustering

Anhand eines Affinity Diagrams haben wir unsere Findings aus den Interviews gruppiert und anschliessend in übergeordnete Themen-Gruppen gegliedert. Diese sind im Folgenden aufgeführt.



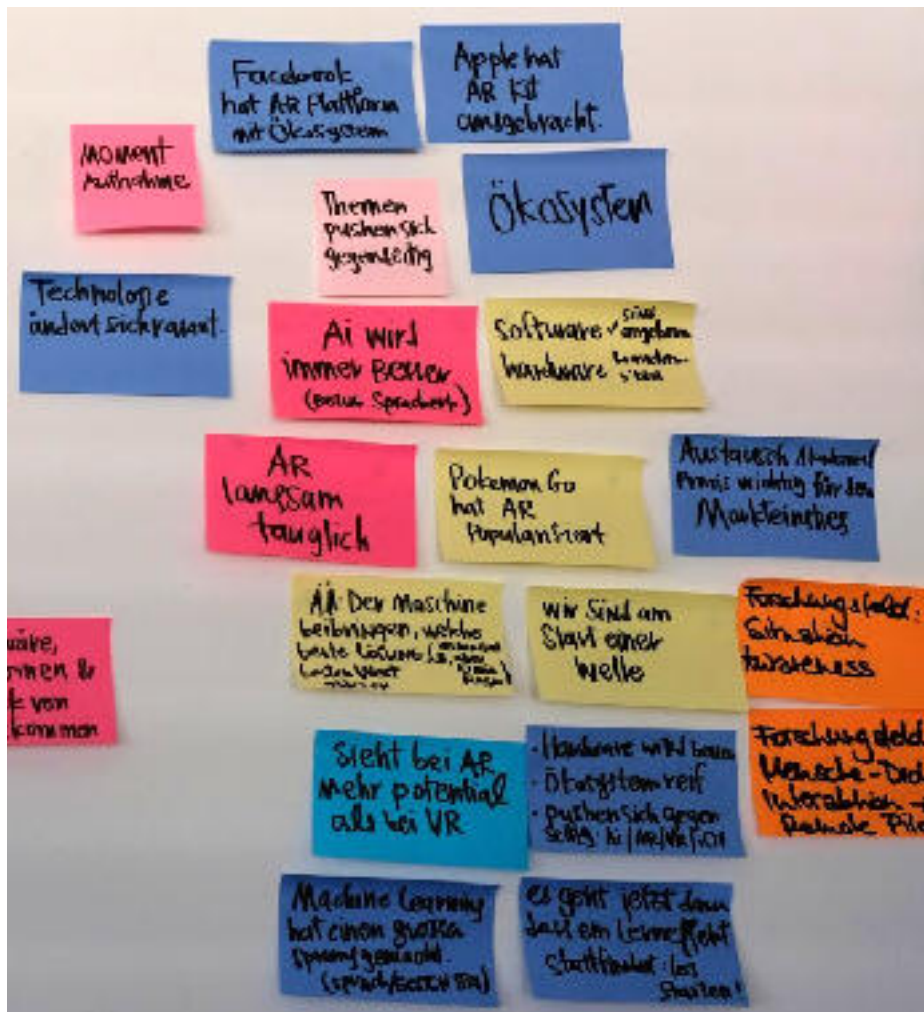
- Peter Lenhart
- Ines Lindner
- Lukas Zimmerli
- Robert Adelmann
- Tobias Walter
- Hugo Schotman

3.9.1 Erfahrung der Experten



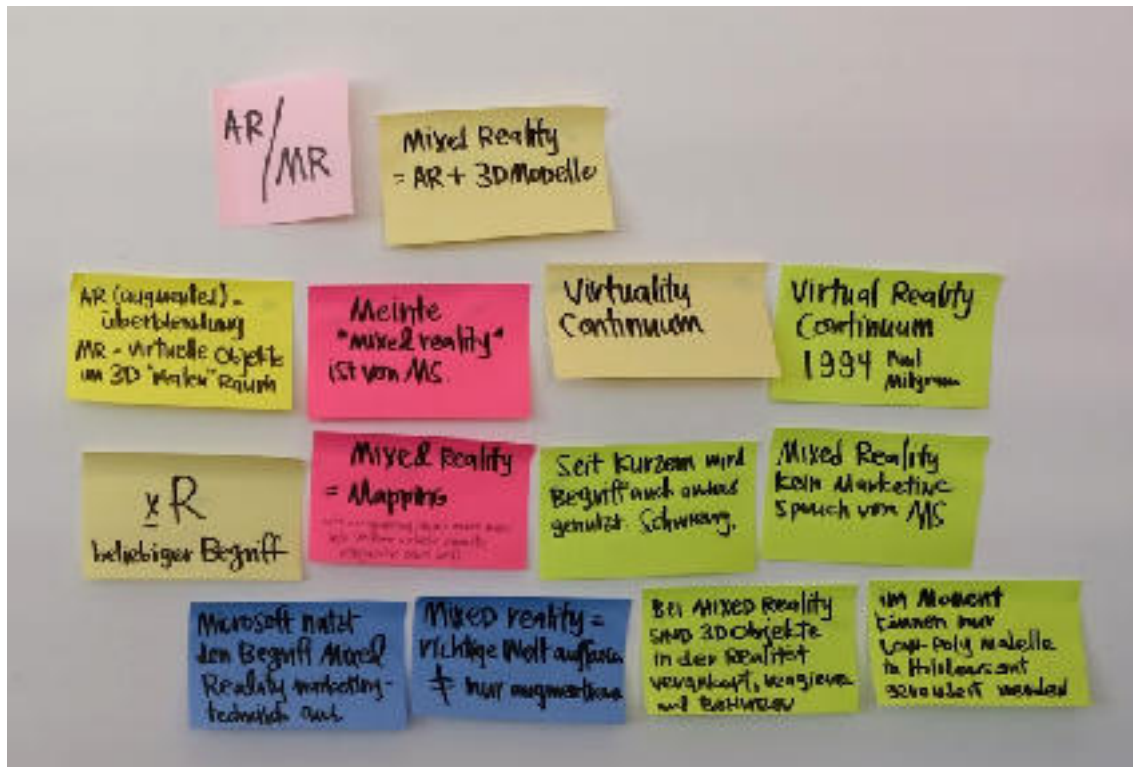
1. Personen/Experten (demografische Daten)
2. Erfahrung Experten

3.9.2 Synergie der Technologien



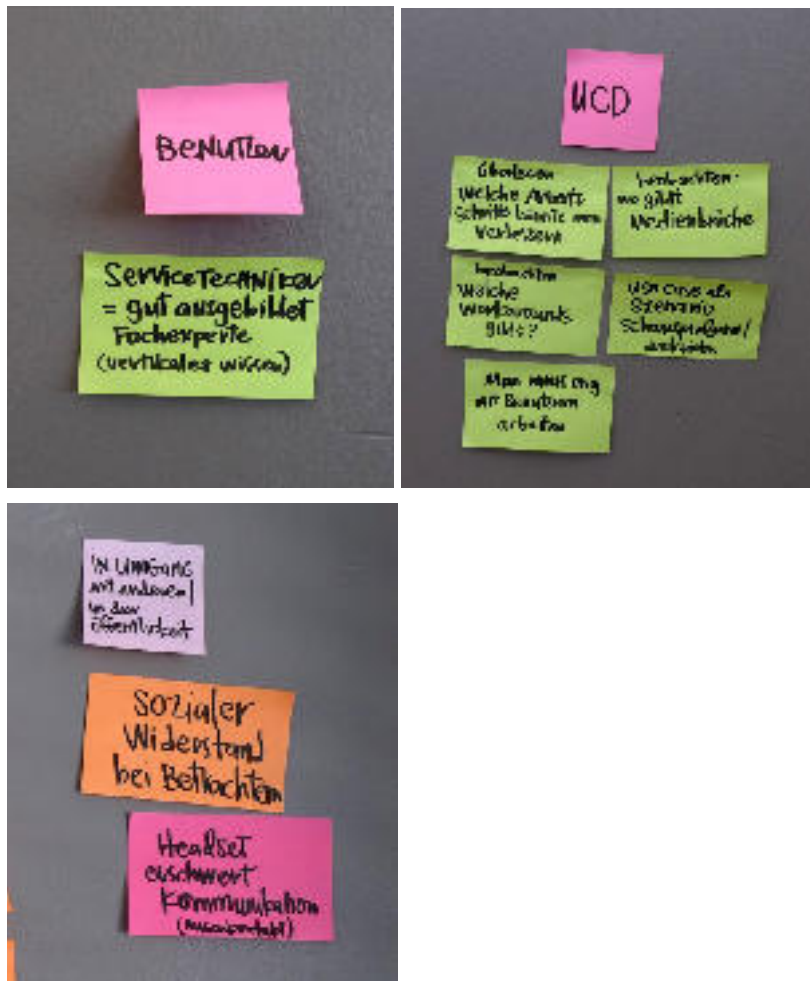
3. Themen pushen sich gegenseitig

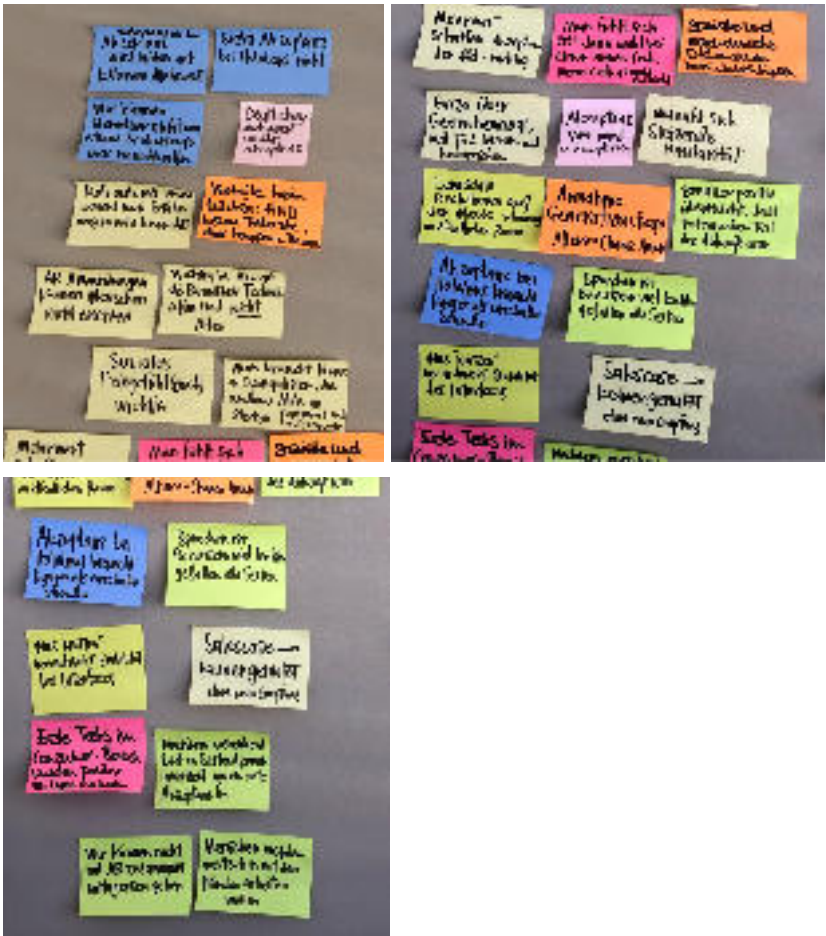
3.9.3 Augmented oder Mixed Reality?



4. Augmented Reality vs. Mixed Reality

3.9.4 Faktoren Akzeptanz





5. UCD
6. In Umgang mit anderen/in der Öffentlichkeit
7. Benutzer
8. Akzeptanz
9. Mehrwert erhöht Akzeptanz

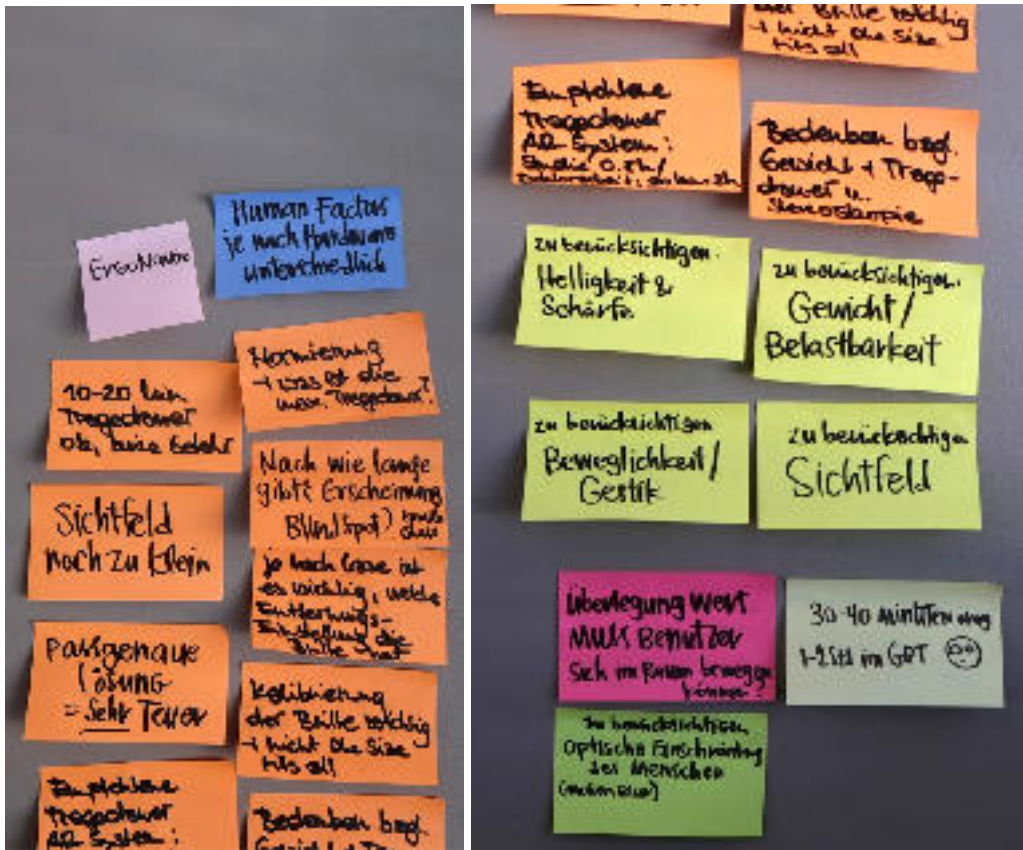
3.9.5 UI Aspekte



10. UI/UX Aspekte

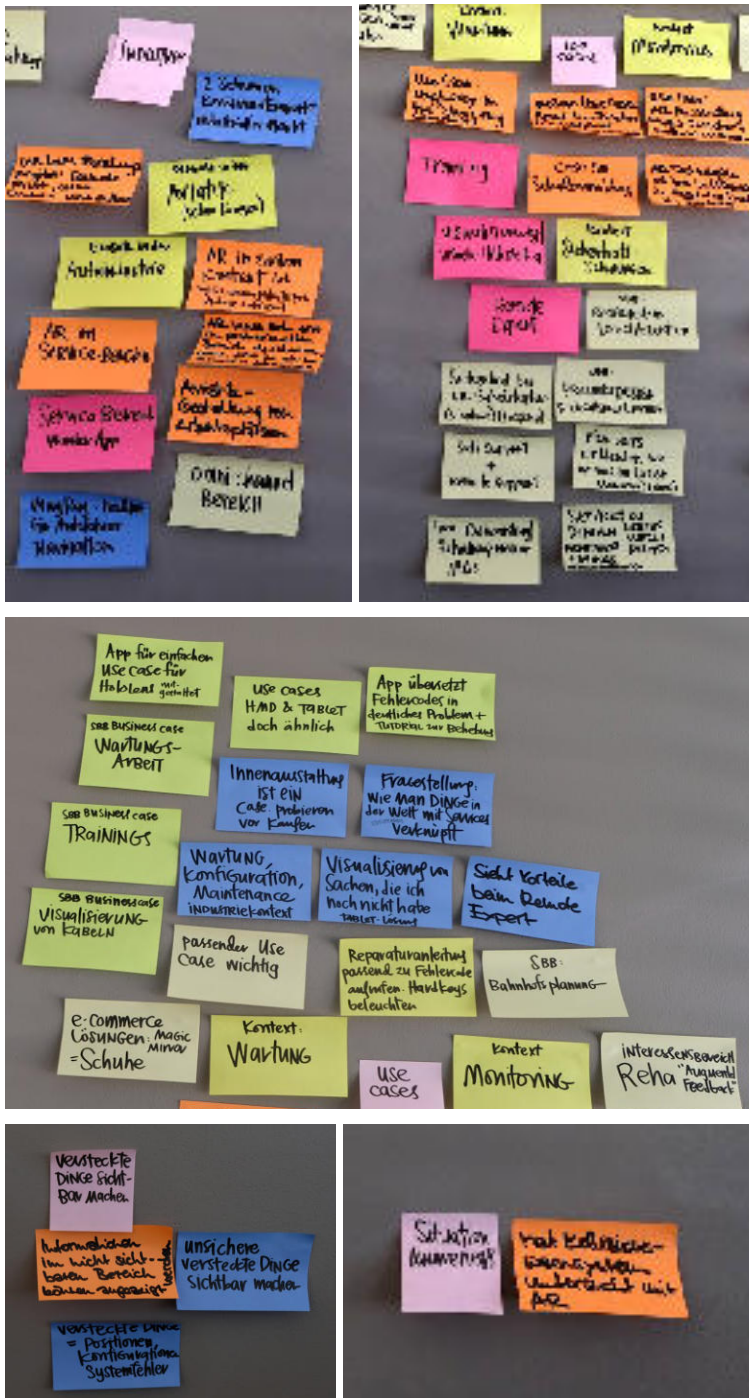
3.9.6 Hardware Ergonomie





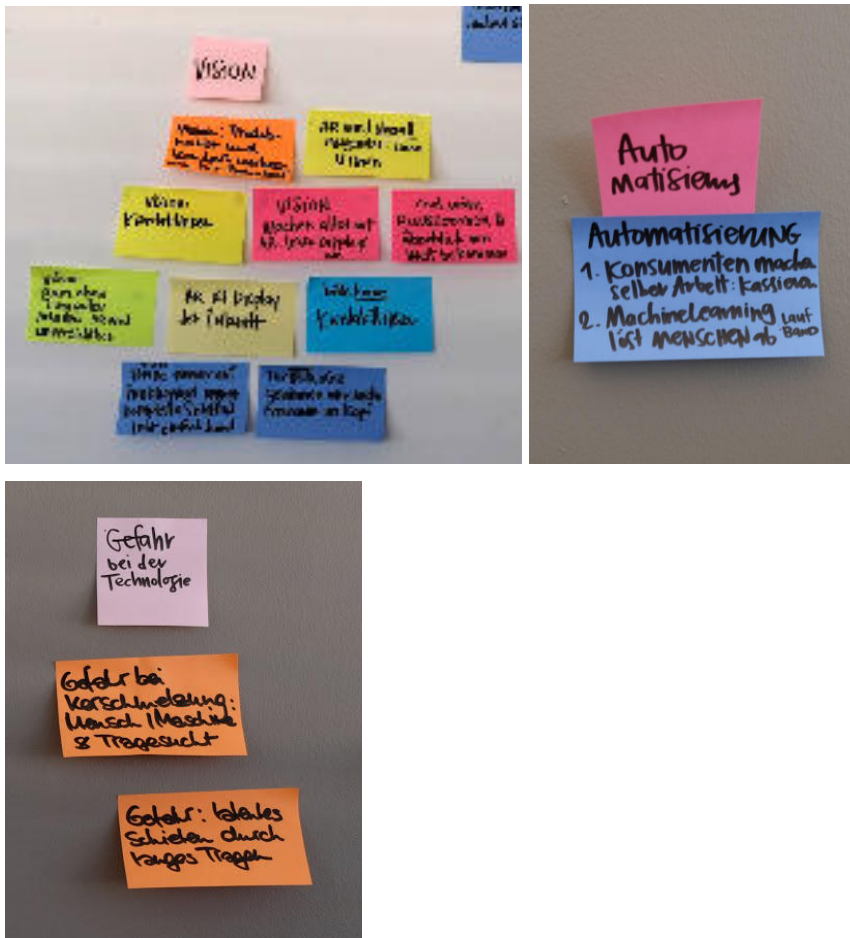
11. Mankos ODG Smart Glasses
12. Mankos HoloLens
13. Vorteile ODG Smart Glasses
14. Vorteile HoloLens
15. Geräte & Software
16. Constraints & Tradeoffs
17. Marker/Markerless
18. Ergonomie

3.9.7 Anwendungsbeispiele



19. Use Cases
20. Situation Awareness
21. Versteckte Dinge sichtbar machen
22. Industrien

3.9.9 Ausblick

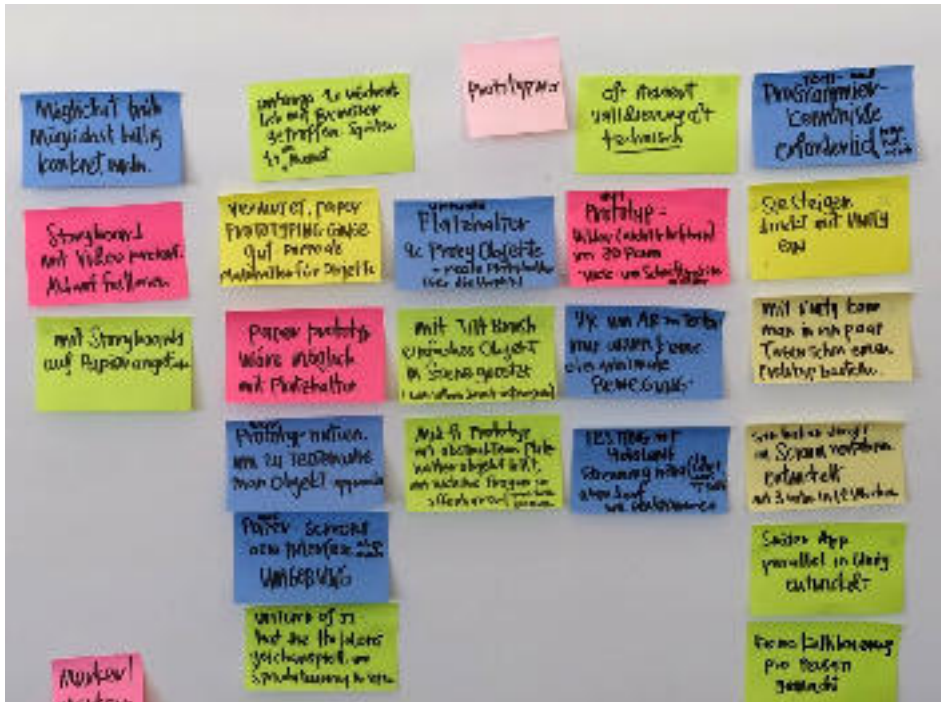


29. Vision

30. Automatisierung

31. Gefahr bei der Technologie

3.9.10 Prototyping



32. Prototyping

4 Stakeholder-Interviews

4.1 Interview Leitfaden

Der Leitfaden orientiert sich an Goodwins «Cheat Sheet» sowie weiteren Ratschlägen aus dem Kapitel *Conducting Stakeholder Interviews*.¹³

4.1.1 Hinweise an die Interviewer

- Annahmen zu Problemen/Pain Points merken
- Annahmen zu möglichen Lösungen merken
- Immer fragen, weshalb ein Stakeholder der Meinung ist, mit seiner Annahme richtig zu liegen
- Wenn ein Stakeholder von einer Lösung spricht, haken wir nach: Welches Problem würde damit gelöst werden?
- Insbesondere sollen wir uns die Punkte merken, bei denen sich unsere Stakeholder nicht einig sind.

4.1.2 Allgemeine Fragen

1. Was ist Ihre Rolle in diesem Bereich?
2. Was haben Sie vorher gemacht?
3. Wie gross ist das Engagement für neue Technologien bei der SBB in Ihrer Business Unit?
4. Welche Vision haben Sie für Ihre BU -- etwas, das Sie noch nicht angesprochen haben? (Hat evtl. nichts mit AR zu tun.)
5. Welche Probleme könnten bei der Implementation eines solchen Systems auftreten?
6. Welche Herausforderungen müsste man bei Projekten im Grosskonzern in Betracht ziehen?
7. Wie stellen Sie sich einen Einsatz mit Augmented Reality vor? Oder haben Sie bereits AR-Anwendungen (mit-)entwickelt, in welchem Kontext wurden die Anwendungen eingesetzt?
 - a. Welchen Mehrwert hätte eine solche Lösung aus Ihrer Sicht? (Was wird damit erreicht?) / Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz im genannten Kontext?
 - b. Was können wir mit AR nicht erreichen?
8. Wenn bereits Erfahrung besteht: Welche Technologie kam zum Einsatz: Tablets, Head-Mounted-Displays, andere?
9. Wer sind die Benutzer des Systems, wie werden sich die Arbeitsprozesse durch die Technologie verändern?
10. Haben Sie Bedenken bzgl. Augmented Reality und deren Einsatz bei der SBB?
11. Welchen Business Case gibt es für einen Einsatz mit AR?

¹³ Goodwin, K. (2009). *Designing for the Digital Age. How to Create Human-Centered Products and Services*. Wiley Publishing. S. 70-73, 80-81

12. Was wäre für Sie persönlich eine Erfolgsgeschichte mit AR? Wie lautet die Schlagzeile im Mitarbeitermagazin?
13. Dürfen wir Sie bei allfälligen weiteren Fragen kontaktieren?

4.1.3 Spezifische Fragen für Stakeholder SBB

Von dieser Gruppe lernen wir am besten die Ausgangslage und Terminologie kennen.

1. Was sind die typischen Fähigkeiten und demografischen Grunddaten der Benutzer (Mitarbeiter)?
2. Welche Rollen würden wir in dem Bereich beobachten können?
3. Welche Arbeitsprozesse bzw. typischen Abläufe würden wir im Arbeitskontext beobachten können?
4. Wie gross schätzen Sie die Chance, dass AR in diesem Bereich von Mitarbeitern akzeptiert wird? Welche Voraussetzungen müssten dafür gegeben sein?

4.2 Interview David Reiser

Stakeholder-Interview (SH1),
ICT Architekt, SBB AG

20.10.2017 / 15:30-16:30 Uhr / Worblaufen Lindenpark

1. Was ist Ihre Rolle in diesem Bereich?

- Ist als ICT Architekt tätig im strategischen Technologiemanagement, d.h. technologische Früherkennung und strategischer Aufbau von Technologien, z.B. werden Technologie-Dossiers von Verantwortlichen geführt und betreut
- Analysiert und prüft neue Technologien auf Relevanz im Unternehmen
- Dabei spielt auch AR/VR eine Rolle neben anderen Technologien, wie z.B. Drohnen, Machine Learning, Künstliche Intelligenz, Blockchain etc.
- Instrument «Technologieradar» wird hierfür zur Dokumentation eingesetzt für alle Divisionen, hilfreich, um Technologien vom Experimentalstatus zum operativen Status zu führen

2. Was haben Sie vorher gemacht?

- Kommt aus der IT, hat Systemengineering und Unternehmensinformatik studiert, war danach bei der SBB IT als Trainee in unterschiedlichen Stationen tätig
- Danach Projektleiter bei der SBB Infrastruktur und hat Data Governance aufgebaut
- Später wieder zurück zur IT als Mobile Solution Architekt

3. Wie gross ist das Engagement für neue Technologien bei der SBB in Ihrer Business Unit?

- Riesig, absolutes Kernbusiness
- Organisationseinheit ist angehängt bei Digitalisierung und Architektur, hat einen grossen Stellenwert für neue Technologien und bietet Möglichkeit, Innovationen voranzutreiben und den Businesspartnern vorzustellen
- Technologie Management Board wurde initiiert, um Business-Instanz für Zusammenarbeit zu schaffen mit SBB IT/Business

4. Welche Vision haben Sie für Ihre BU -- etwas, das Sie noch nicht angesprochen haben? (Hat evtl. nichts mit AR zu tun)

- (9:58) «Mit neuen Technologien wie AR/VR kann man die Verschmelzung der physischen und virtuellen Welt bewerkstelligen [...], z.B. direkte Auswertung von Sensorik aus der physischen Welt, die digital transformiert wird [...], z.B. via Diagnosefahrzeug auf Schienen oder eine Drohne fliegt über das Gleis und erkennt Fehler [Abweichungen] anhand von Bildern oder sonstigen Merkmalen und weiss aus der gelernten Erfahrung, welche Massnahmen zu treffen sind.»»

- Massnahmen können entweder von Menschen ausgeführt werden oder auch automatisiert mit Hilfe von Reparaturrobotern
- Dem Menschen gibt man neue Möglichkeiten mit dieser Technologie, es gibt Arbeiten, die sehr viele Routinetätigkeiten verlangen, langweilig oder auch sicherheitskritisch sind

5. Welche Probleme könnten bei der Implementation eines solchen Systems auftreten?

- Experimentieren per PoC und testen klappt schon ganz gut
- Integration solcher neuen Technologien in bestehende Strukturen divisionsübergreifend ist noch eine Herausforderung, Verantwortung für verschiedene Bereiche im Unternehmen erschwert die Einführung
- Verschiedene Komponenten spielen zusammen beim Thema Akzeptanz: Mitarbeitende haben oft Angst, dass ihr Arbeitsplatz verloren geht, sie hätten dann aber mehr Zeit für andere Aufgaben und gute Benutzbarkeit muss gegeben sein
- Flexibilität und Offenheit gegenüber neuen Technologien ist sehr unterschiedlich bei der SBB

6. Welche Herausforderungen müsste man bei Projekten im Grosskonzern in Betracht ziehen?

- Herausforderung innerhalb der Enterprise-Architektur ist die Frage zum richtigen Zeitpunkt der Standardisierung von neuen Technologien
- nicht jede OE kann ein eigenes System entwickeln, Anwendungsfälle müssen zuerst gebündelt werden und dann kann man eine Plattform zur Verfügung stellen
- Für eine Plattform muss man aber wissen, was kommt nachher noch

7. Wie stellen Sie sich einen Einsatz mit Augmented Reality vor? Oder haben Sie bereits AR-Anwendungen (mit-)entwickelt, in welchem Kontext wurden die Anwendungen eingesetzt?

- Im GBT wurde ein PoC mit Anwendungsfällen für AR im Feld getestet mit Smartphone und HoloLens: Zum einen wurden Anlagen visualisiert, die man physisch nicht sehen kann, zum anderen wurde der Remote Support untersucht zwischen Anwendern und Experten, die im Kontext hinzugeschaltet werden können
- Auf Gestensteuerung wurde komplett verzichtet, nur Gazesteuerung wurde angewendet und getestet, Sprachsteuerung wurde nicht eingesetzt, weil die Lüftungsanlagen zu laut sind im GBT
- Im PoC können sehr früh Erkenntnisse zur Benutzbarkeit und Interaktionsmuster im Kontext gewonnen werden
- Eine Lösung wird passgenauer, wenn die Benutzer einbezogen werden und es braucht weniger Sprints in der Entwicklung, des Weiteren profitiert man von Early Adopters, die ihr Wissen weitergeben können und der Technologie gegenüber positiv eingestellt sind
- Akzeptanz vonseiten der Anwender war sehr gut, aber bei der Technologie gibt es noch Einschränkungen, z.B. bzgl. Temperaturresistenz bis hin zu UV-Lichtempfindlichkeit
- Neue Technologien sollten als Option angeboten werden, um die Benutzer hierfür zu sensibilisieren

- Als der PC eingeführt wurde, hat es auch eine Zeit gebraucht, bis die Anwender von der Schreibmaschine zum PC gewechselt sind, daher wurde im Test das Smartphone zur Verfügung gestellt und als Option die Hololens
- Obwohl die Geräte noch Limitationen für den industriellen Kontext haben, können diverse Funktionen bereits getestet werden und PoCs werfen auch Fragen zur Integration ins Backend auf, Braucht es eine Plattform, wenn ja welche und wann ist z.B. der richtige Zeitpunkt zur Investition gegeben
- AR/VR ist eine junge Technologie, der Markt ist sehr volatil und kann in einem halben Jahr komplett anders aussehen

a. Welchen Mehrwert hätte eine solche Lösung aus Ihrer Sicht? (Was wird damit erreicht?) / Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz im genannten Kontext?

- Ziel ist es, mehr breit ausgebildete Mitarbeitende im Feld einzusetzen, die von Fachspezialisten mit Expertenwissen unterstützt werden
- Potenzial im Hinblick auf Verknüpfung der realen und virtuellen Welt ist gigantisch

b. Was können wir mit AR nicht erreichen?

- Bei AR sind wir noch nicht soweit im Unternehmen, da müssen die Grenzen noch ausgelotet werden, z.B. sehr genaue Positionsbestimmung und Objekterkennung über die Geräte ist heute noch nicht möglich, z.B. farbliche Markierung von Schienen nach Zuständen
- An anderen Orten wie z.B. bei Künstlicher Intelligenz gibt es das schon, da muss man manchmal sagen, das geht noch nicht in der Form, wie du dir das vorstellst

8. Wenn bereits Erfahrung besteht: Welche Technologie kam zum Einsatz: Tablets, Head-Mounted-Displays, andere?

(Bereits beantwortet)

9. Wer sind die Benutzer des Systems, wie werden sich die Arbeitsprozesse durch die Technologie verändern?

10. Haben Sie Bedenken bzgl. Augmented Reality und deren Einsatz bei der SBB?

- Wir haben hohe Sicherheitsstandards bei der SBB, die Benutzer dürfen mit der Technologie nicht abgelenkt werden im sicherheitskritischen Kontext, wenn sie omnipräsent mit der Technologie im Feld unterwegs sind und möglicherweise abgelenkt werden, Sicherheit sollte zusätzlich unterstützt und nicht beeinträchtigt werden, z.B. Warnungen anzeigen

11. Welchen Business Case gibt es für einen Einsatz mit AR?

(Momentan werden lediglich PoCs entwickelt)

12. Was wäre für Sie persönlich eine Erfolgsgeschichte mit AR? Wie lautet die Schlagzeile im Mitarbeitermagazin?

- Wenn wir es schaffen, dass die Technologie in eine normale Brille passt und alle relevanten Daten kontext- und nutzungsbasiert verfügbar sind
- Der Mensch soll mit der virtuellen Welt verknüpft werden und es soll komfortabel sein, damit zu arbeiten
- Medienbrüche und Wechsel zwischen den Geräten sind heute zeitaufwändig und bergen Sicherheitsrisiken im Gleisbereich, Mitarbeitende arbeiten auf Papier, Tablets etc.
- (33:55) «Vielleicht ist das nächste Ding auch gar nicht eine Brille, sondern eine Linse oder man ist irgendwann in der Lage [...], dass man den Sehnerv anzapfen kann [...], sodass man beim Tragekomfort nicht beeinträchtigt wird.»

4.3 Interview mit Tobias Gamisch

Stakeholder-Interview (SH2),
Lifecycle Manager, SBB AG

06.06.2017 / 15:30-16:30 Uhr / Bern Wankdorf HS3

Anmerkung

Die Findings zum Interview wurden handschriftlich dokumentiert und im Bericht im Kapitel 4.2 «Stakeholder Interviews» zusammengefasst. Die Zitate wurden der Audioaufnahme entnommen, respektive im Nachgang schriftlich ergänzt.

1. **Wie stellen Sie sich einen Einsatz mit Augmented Reality vor? Oder haben Sie bereits AR-Anwendungen (mit-)entwickelt, in welchem Kontext wurden die Anwendungen eingesetzt?**
 - a. **Welchen Mehrwert hätte eine solche Lösung aus Ihrer Sicht? (Was wird damit erreicht?) / Welchen Mehrwert bietet die Technologie beim Einsatz im genannten Kontext?**

(14:18) «Um zu zeigen, dass man das umsetzen kann, muss man natürlich den Nutzen aufzeigen. Hat das [die Technologie] wirklich einen Nutzen oder ist das eine technische Spielerei?»

Schriftlich ergänzt:

«Zu wissen, wo eine Leitung liegt, ist der eine Teil der Instandhaltungsgeschichte. Der zweite wichtige Teil ist zu wissen, wann diese Leitung wie instandgehalten werden muss, welche Schäden vorhanden und zu berücksichtigen sind und dass ich die Erledigung der Instandhaltung sowie weitere, erkannte Schäden zurückmelden kann für den nächsten Instandhaltungszyklus. Unter diesen Voraussetzungen kann der Anlagenverantwortliche planen, der LCM das Geld bereitstellen und die nächste Instandhaltung beauftragen.»

4.4 Interview mit Tobias Gerber

Stakeholder-Interview (SH3),
Innovation Manager, SBB AG

13.07.2017 / 13:30-14:30 Uhr / Bern Wankdorf HS3

Anmerkung

Die Findings zum Interview wurden handschriftlich dokumentiert und im Bericht im Kapitel 4.2 «Stakeholder Interviews» zusammengefasst. Das Zitat wurde der Audioaufnahme entnommen.

- 1. Welche Vision haben Sie für Ihre BU -- etwas, das Sie noch nicht angesprochen haben?
(Hat evtl. nichts mit AR zu tun)**

(13:07) «Wir sollten mehr Mut haben [...] und die SBB Infrastruktur so ausrichten, dass es uns in 20, 30 Jahren noch braucht. [...] Wir denken heute immer noch in Schienen, Schotter, Schwellen [...]. Wenn man den Horizont auf tut und umherschaut, dann ist z.B. Hyperloop ein Thema und da frage ich mich, ist die SBB dort dabei oder schauen wir zu, bis es zu spät ist?»

4.5 Key Findings

Anmerkung

Die Kürzel SH 1-3 wurden zur Referenz den Stakeholdern zugeordnet.

Prozesse und Datenqualität	Mitarbeitenden fehlt oft der unmittelbare Zugang zu den richtigen Informationen und Prozesse sind aktuell ineffizient. (SH3)
	Inventar- und Zustandsdaten der Anlagen sollen in Echtzeit zur Verfügung stehen. (SH2)
	Der Zugang zu qualitativ hochwertigen und digitalisierten Daten muss gewährleistet werden. (SH2)
	Der richtige Zeitpunkt zur Standardisierung der Systeme und für Investitionsmassnahmen muss erkannt werden. (SH1)
	Daten müssen qualitativ hochwertig für Building Information Modeling aufbereitet werden. (SH2)
	Anwendungsfälle müssen zuerst gebündelt werden und dann kann eine Plattform via Ausschreibung evaluiert werden. Für solch eine Plattform muss man aber im Vorfeld wissen, welche Anforderungen in Zukunft noch dazukommen. (SH1)
	Cyberkriminalität und Manipulation von Daten muss verhindert werden. (SH1)
	AR ist eine junge Technologie, der Markt ist sehr volatil und kann in einem halben Jahr komplett anders aussehen. (SH1)
Mehrwert und Potential	Visualisierung von in der Realität unsichtbaren Anlagen, wie z.B. einbetonierte Wasser-/Elektro-Leitungen und Kanäle zur Abfrage von Inventar- und Zustandsdaten. (SH2)
	Um einen effektiven Mehrwert zu schaffen, müssen die Inventardaten durch Zustandsdaten ergänzt und beschrieben werden können. (SH2)
	Nutzung und Weiterverwendung der aktuellen Zustandsdaten durch andere Benutzerrollen, wie z.B. Anlageverantwortliche und LCM. (SH2)
	Verkürzung der Dauern für die Leitungssuche zur Instandhaltung (Leitungsreinigung) und bei Neubau und Erweiterungen (Ortung der entsprechenden Leerrohre, kein Anbohren bestehender Leitungen mehr etc.). (SH2)
	Weniger Support- und Administrationsaufwand wäre mithilfe von AR möglich. (SH3)
	Anfahrtswege für Experten sind gegenwärtig sehr zeitaufwändig und teuer. (SH2)
	Hands-Free-Arbeiten optimiert die Arbeitsprozesse. (SH2)

	AR trägt zur höheren Effektivität bei der Kontrolle, Identifikation und Erfassung sowie Rückmeldung von Schäden bei. (SH2)
	Benötigte Daten sollen kontextabhängig und nutzungsbasiert zur Verfügung stehen. (SH1)
	Zustandsdaten sollen jederzeit für verschiedene User vorliegen, z. B. für den Instandhalter, Anlagenverantwortlichen und für den LCM. (SH2)
	AR zeigt Potenzial auf, was die Lösung von genannten Problemen angeht. (SH2)
Benutzer und Aufgaben	Mitarbeitende im Feld in unterschiedlichen Fachbereichen wie z.B. Fahrbahn, Fahrstrom, Elektro- und Sicherungsanlagen, Ingenieurbau, Telekom, Umwelt etc. sowie Experten in den jeweiligen Kompetenzzentren. (SH2)
	Breites Wissen der Mitarbeitenden im Feld erhöht die Polyvalenz. (SH2)
	Räumliche Unabhängigkeit und Mobilität führt zur besseren Vernetzung der Mitarbeitenden. (SH3)
	Mit AR wird eine punktuelle Unterstützung im Arbeitsprozess gewährleistet. (SH1)
	Anwender dürfen nicht überlastet werden. (SH2)
	Der Tragekomfort der Geräte muss gewährleistet werden. (SH1)
	In PoC's können sehr früh Erkenntnisse zur Benutzerfreundlichkeit und zu Interaktionsmustern im Kontext mit Anwendern gewonnen werden. (SH2)
	Eine Lösung wird passgenauer, wenn die Benutzer einbezogen werden und es braucht weniger Sprints in der Entwicklung. (SH1)
	Das Unternehmen profitiert von 'Early Adopters', die ihr Wissen weitergeben können und der Technologie positiv gegenüber eingestellt sind. (SH1)
Neue Technologien sollten als Option angeboten werden, um die Benutzer hierfür zu sensibilisieren. (SH1)	

5 Kontextanalyse 1. Runde

5.1 Kontextanalyse Leitfaden

5.1.1 Ablauf der Kontextanalyse

Zeit	Aktivität
01:05	Einleitung und Interview Teil 1 im Arbeitsumfeld Themen: <ul style="list-style-type: none">• Fragen zum Arbeitsprozess (z.B. Vor- und Nachbereitung, Erfassung und Weitergabe von Problemstellungen), allfällige Probleme• Fragen zu Werkzeugen, allfällige Probleme
00:00	Beobachtung / Aufnahme
00:15	Interview Teil 2 Themen: <ul style="list-style-type: none">• Nachbesprechung der Beobachtungen• Wünsche/Optimierungspotential, offene Punkte

5.1.2 Einleitung (max. 5 Min.)

Vielen Dank, dass Sie sich Zeit genommen haben. Dieses Gespräch ist sehr wertvoll für uns.

Projektvorstellung

- Möglicher Einsatz von neuen Technologien in industriellen Kontexten. Digitale Produkte bieten spannende neue Gelegenheiten, Arbeitsprozesse effizienter zu gestalten. Deshalb möchten wir herausfinden, wie wir dies für uns nutzen können.
- Dabei ist es uns wichtig, die aktuelle Situation genau zu verstehen. Dazu machen wir Interviews mit potentiellen Benutzern.
- Gerade bei Ihnen in Infrastruktur hoffen wir relevante Informationen über mögliche Bedürfnisse bezüglich neuer digitaler Produkte gewinnen zu können.
- Auf Basis der Informationen geht es im nächsten Schritt darum, geeignete neue Interaktionsformen zu entwickeln.

Heutiges Ziel

- Den Arbeitsprozess besser verstehen

- Was an den heutigen Abläufen stört, wo es Optimierungspotential gibt und was Ihre Bedürfnisse in Bezug auf digitale Interaktionen sind
- Das gibt uns wichtige Aufschlüsse über Benutzeranforderungen an eine neue digitale Lösung.
- Es ist keine Beurteilung Ihrer Arbeit, d.h., ob Sie etwas richtig oder falsch machen. Stellen Sie sich vor, Sie sind der Lehrmeister und erklären Sie mir als Lehrling, wie Sie arbeiten.
- Wir machen unterwegs eine Videoaufnahme mit dem GoPro und einer Kamera.

5.1.3 Beobachtungen (max. 2.5 Std.)

Interaktion/Zusammenarbeit mit anderen Personen

- Welche Kanäle werden zur Kommunikation verwendet?
- Wer führt welche Aktivität aus?

Verwendete Werkzeuge und Hilfsmittel

- An welcher Stelle kommen welche Werkzeuge zum Einsatz (z.B. Messgeräte, Software, Dokumente, Formulare, etc...)

Soziale und organisatorische Einflüsse

- Störungen, Unterbrechungen, Probleme (z.B. entgegenkommende Züge, fehlendes Werkzeug, Störung bei der Weitergabe von Informationen, ständiger Funkkontakt, Benutzer ist dem Wetter exponiert, Schutzbekleidung hindert Feinmotorik)

Räumliche Situation

- Platz, Licht, Umgebung, Lärm, etc...

5.1.4 Interview am Anfang (max. 1 Std.)

Warm-up-Fragen

- Was genau ist Ihre Rolle hier bei der SBB?
- Name, Alter, Ausbildung, Funktion, Abteilung, Erfahrung

Fragen zum Arbeitsprozess

- Wie erhalten Sie den Auftrag?
- Wie bereiten Sie sich typischerweise vor?
- In welchen Zeit-Intervallen werden die Aufträge durchgeführt?

- An welchen Orten sind Sie tätig, haben Sie Einsätze?
- Wie sieht eine typische Arbeitswoche bei Ihnen aus?
- Wie lange dauert das Ausführen der Tätigkeiten? Wie oft werden die Tätigkeiten ausgeführt?
- Welche Informationen erfassen Sie und wie machen Sie das?
- Wie geben Sie diese weiter?
- Welche Schritte zur Nachbearbeitung beachten Sie?
- Gibt es Hindernisse/Schwierigkeiten? Wenn ja, was würde helfen, was würden Sie sich wünschen?
- Was stört Sie generell?
- Bei den Problemen: Haben Sie da schon aktiv etwas versucht zu optimieren und wenn ja, mit welchem Ergebnis?
- Welche Kriterien müssen erfüllt sein, damit Sie den Tag als erfolgreich betrachten?

Fragen zu Werkzeugen und allfälligen Problemen

- Welche Hilfsmittel und Strategien verwenden Sie generell um die Arbeit möglichst genau und effizient abzuwickeln (z.B. Messgeräten, Software, Dokumente, Formulare etc.)?
- Was läuft nach Ihrer Erfahrung mit diesen gut? Und wo gibt es von Ihrer Seite her gesehen Probleme (z.B. technische Probleme, Einsatz draussen, usw.)?

Ziele und Zweck

- Aus welchem Grund wird diese Tätigkeit/Arbeit erledigt?
- Wer profitiert von der Arbeit? Welche Probleme löst sie?
- Was würde passieren, wenn diese Tätigkeit/Arbeit eine Woche lang nicht mehr ausgeübt würde?

5.1.5 Interview zum Schluss (max. 15 Min.)

- Nachfragen zu den Beobachtungen (war das typisch oder nicht?)
- Sehen Sie Potential, wie Sie bei Ihrer Arbeit unterstützt oder entlastet werden könnten?

- [Alternativ] Wenn Sie wählen könnten: Von welcher Arbeit würden Sie sich mehr wünschen und von was hätten Sie lieber weniger? Weshalb?
- Wenn alles möglich wäre (Zauberstab): Gibt es etwas, welches aus Ihrer Sicht digital optimiert werden könnte?
- Oder: Wenn Sie einen Zauberstab hätten und damit Dinge tun könnten, die Sie heute nicht können, was wären diese?
- Gibt es Dinge die Ihnen Sorgen bereiten, wenn eine digitale Lösung für Ihre Arbeit entwickelt wird?
- Möchten Sie regelmässig involviert sein, wenn eine neue Lösung entwickelt wird?
- Gibt es sonst noch etwas, das wir noch nicht angesprochen haben, aber aus Ihrer Sicht wichtig ist?

5.2 Streckeninspektion zwischen Brugg/Rapperswil

5.2.1 Zusammenfassung

Der Streckeninspektor ist innerhalb der Anlagengattung Fahrbahn tätig und prüft den Zustand von Schienen, Weichen und Schwellen in einem definierten Gleis-Abschnitt nach Auftragszuteilung durch den Team-Leiter. Die Inspektion findet in periodischen Abständen (4-Wochen-Takt) anhand einer Begehung dieser Infrastrukturanlagen im Auftrag des zuständigen Life Cycle Managers statt. Der Streckeninspektor beobachtet, misst, prüft die Anlagen und erfasst bei Bedarf die Mängel oder Abweichungen wie z.B. Risse, Ausbrüche, *Squats*, *Gleisverwerfungen* oder lockere Befestigungen mithilfe der Anwendung ZMON (Zustandsmonitoring) auf dem Tablet und markiert die entsprechenden Stellen mit Spray, respektive macht eine Kreuz-Markierung mit Kreide, wenn der Auftrag abgeschlossen ist.

Schweizweit sind circa 30 Inspektoren im Einsatz, die täglich 15 bis 20 Kilometer in 6 bis 7 Stunden ablaufen und die Anlagen prüfen. Der Inspektor unterbreitet Vorschläge für Zustandsnoten der Anlage und entscheidet in dringenden Fällen über Sofortmassnahmen. ZMON dient als zentrales IT-System der Erfassung, Analyse und Auswertung von Anlagenzustandsdaten bei der SBB Infrastruktur. Die Überwachungsergebnisse führen über die Soll-Ist-Analyse zum Massnahmenvorschlag. Dieser dient als Basis zur nachfolgenden Planung und Beauftragung von Erhaltungsmaßnahmen des Life Cycle Managements, um Mängel auf der Fahrbahn zu beheben und den Bahnverkehr sicherzustellen.

Zusätzlich erfasst der Streckeninspektor über ein vom Team selbstentwickeltes interaktives PDF auf dem Tablet die Strecken, die er gelaufen ist. Er nutzt auch die App «Uepaa» auf dem Smartphone zur Gewährleistung der Sicherheit für Alleinarbeiter mit Unfallerkennung und Kameradenhilfe sowie FaceTime zur Kommunikation mit dem Anlagenverantwortlichen, wenn er sich nicht ganz sicher ist, ob eine Sofortmassnahme wie z.B. eine Gleissperrung eingeleitet werden soll.

«Wenn etwas ganz Schlimmes ist, und ich sag, gopf da muss ich sperre, oder ich das Gefühl habe, soll ich sperre? Er [der Anlagenverantwortliche] weiss noch mehr, er kann mehr entscheiden, dann tue ich ihm vielleicht den Film zeigen und sag, lugs dir rasch an, was meinst du, soll ich sperre?»¹⁴

Während der Begehung trägt der Streckeninspektor eine *persönliche Schutzausrüstung (PSA)* mit Sicherheits-Helm, Weste/Jacke, Hosen für das Ausüben der Arbeit im Gleisbereich. Ungünstige Witterungsbedingungen wie Sonneneinstrahlung auf dem iPad-Display oder starker Regen behindern ihn teilweise bei der Arbeit.

¹⁴ Streckeninspektor, Video GOPRO_08: 11:10 Min.

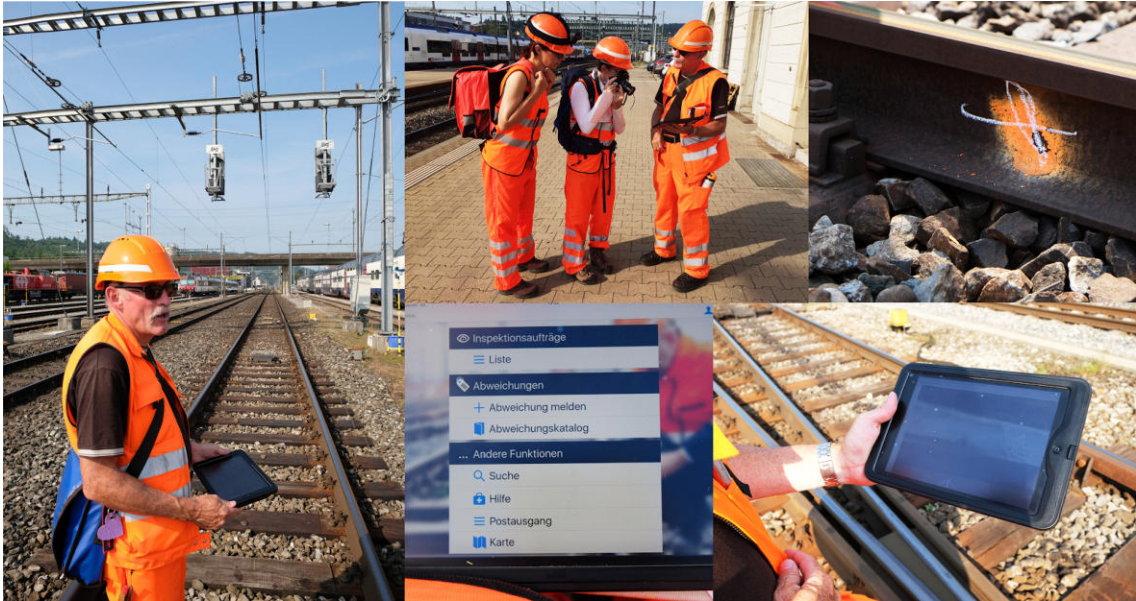


Abb. 1: grosses Bild: Streckeninspektor im Gleisbereich; obere Reihe v.l.n.r.: die Projektbeteiligten erhalten eine Einführung in ZMON, Markierung einer Schiene mit Spray und Kreide; untere Reihe v.l.n.r.: Ausschnitt aus dem Interface von ZMON, Eingabe von Prüfungsdaten auf dem Tablet-Display

5.2.2 Use-Case-Diagramm

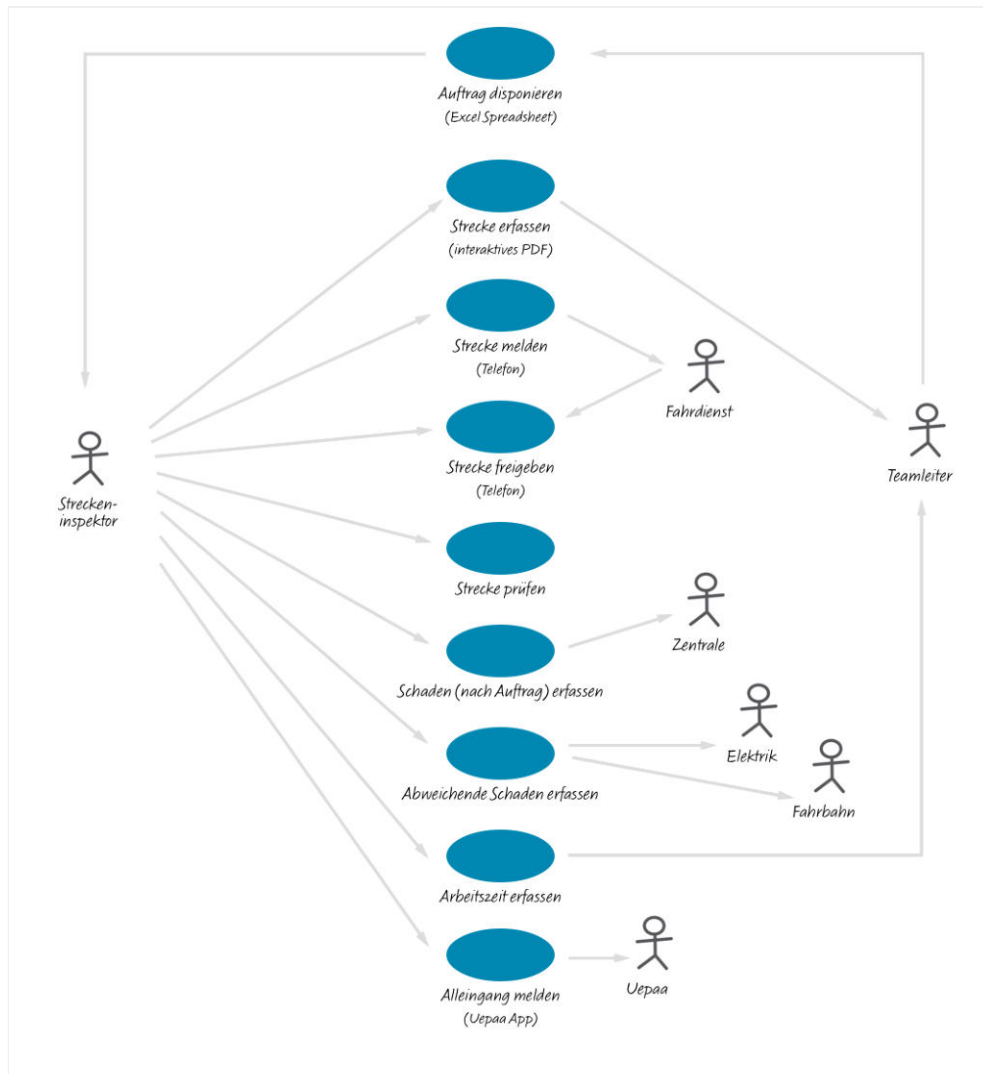


Abb. 2: Use Case Diagramm Streckeninspektion zwischen Brugg/Ruppenswil

5.3 Elektro- und Netzwerkinstallationen

5.3.1 Zusammenfassung

Netzwerkspezialisten und Elektroinstallateure am Standort in Luzern, Region Mitte sind im Geschäftsfeld Anlagen und Technologie (AT) bei Bau und Instandhaltung (BIH) in den Fachbereichen Telecom und Elektroanlagen tätig. Das Team umfasst acht Mitarbeitende aus dem Telecom-Bereich sowie sieben Mitarbeitende aus dem Bereich Elektroanlagen.

Es gibt insgesamt elf Telecom-Standorte in der ganzen Schweiz. Das Einsatzgebiet ergibt sich jeweils durch die zu wartenden Standorte bei der SBB am Bahnhof und im *Stellwerk* Luzern sowie bei weiteren SBB- und *KTU*-Standorten in der Region. Die Mitarbeitenden aus Luzern haben zum Beispiel auch Einsätze bei der Zentralbahn, bei der Berner Oberland Bahn etc. in Grindelwald sowie in abgelegenen Orten im Berner Oberland.

Die Fachspezialisten sind vor allem bei technischen Interventionen im Piktettdienst tätig und für neue Installationsarbeiten verantwortlich. Bei dringenden Störungen erhalten sie eine Meldung auf dem Pager vom *Operation Management Center (OMC)*, welches die Störungsmeldungen verwaltet, und rufen innerhalb von 10 bis 15 Min. zurück, um den Eingang der Störungsmeldung zu bestätigen. Für die Störungsbehebung müssen Interventionszeiten zwischen 2 Stunden bis 2 Tagen eingehalten werden, je nach Priorisierungsgrad der Störung. Der Systemzustand von zahlreichen Infrastrukturanlagen wird fernüberwacht. Wenn ein fernüberwachtes Gerät oder eine Komponente defekt sind, wird ein automatisches Signal vom Gerät aus an das *OMC* (Telecom) oder an den *TEB* (Elektroanlagen) gesendet und eine Störmeldung generiert. Es gibt aber auch Anlagen bei Telecom und Elektroanlagen, die nicht fernüberwacht werden (u.a. Klima- und Schliessanlagen sowie Anlagen zur Gebäudeüberwachung).

Netzwerkspezialisten und Elektroinstallateure arbeiten oft zusammen, weil die Arbeitsprozesse voneinander abhängig sind. Der Elektroinstallateur montiert z.B. den Generalanzeiger im Bahnhof, ist zuständig für die Stromzufuhr und installiert die Geräte-Schränke im technischen Raum mit Switch und Patch-Modulen. Der Netzwerkspezialist ist zuständig für die elektronische Steuerung sowie IP- und Glasfasernetz-anbindung an die einzelnen Ports und Module. Sie ergänzen sich gegenseitig und übernehmen auch teilweise die Arbeiten von Kollegen, wenn sie sich in dem Bereich gut auskennen. Bei Fragen kommunizieren sie via Smartphone miteinander.

Sobald Arbeiten im Elektrobereich durchgeführt werden, ist eine *PSA* als persönliche Schutzausrüstung für Elektrofachkräfte mit Helm, Schutzbrille, Weste/Jacke, Hose und Schutzstiefel notwendig, um zu gewährleisten, dass *Störlichtbögen* oder elektrische Fehlerströme nicht auf die Haut übergreifen und lebensbedrohliche Verletzungen abgewendet werden. Je nach Auftrag haben die Mitarbeiter Smartphone und Laptop, unterschiedliche Messgeräte, Spannungsmesser, einen Werkzeugkoffer mit Schraubenzieher, Elektro-Installations- und Seitenschneiderzangen, Zollstock, Klebeband, Ausweise, Stifte, die *PSA* sowie weitere Werkzeuge für das Arbeiten unter Spannung dabei.

Bei technischen Fragen können die Mitarbeitenden das *Center of Competence (CoC)* anrufen, das ist die Kontaktstelle bei technischen Problemen, welche Techniker mit vertieftem Wissen zur Verfügung stellt, die Probleme nicht vorort lösen, sondern von fern eingreifen. Die Netzwerkspezialisten und Elektroinstallateure verstehen sich als «verlängerter Arm» vom *OMC*, welches auch den Kontakt zu Technikern vom *COC* vermittelt, die als Experten nur telefonisch erreichbar sind.

Sobald sie einen Auftrag ausführen, benötigen sie im Vorfeld Visio-Zeichnungen der Netzwerkverbindungen und Elektropläne, die im *eSpace* der SBB abgelegt sind. Des Weiteren sind in den Systemen *DINAR (Maximo)* und *K2MS* die Informationen zu den Infrastrukturobjekten von Telecom der verschiedenen Plattformen erfasst. Die Schemata für Pläne sind teilweise nicht aktualisiert im *eSpace* verfügbar. Vorort in den Anlagen gibt es aber Handbücher, die auf dem aktuellsten Stand sind. Die Änderungen in den Anlagen werden rot eingetragen, wenn sehr viele Änderungen durchgeführt wurden, werden diese auch im *eSpace* aktualisiert. Die Schemata und Pläne werden entsprechend dem Auftrag im Büro zusammengestellt, ausgedruckt oder mit dem Laptop am Einsatzort aufgerufen. Das Suchen der Unterlagen ist oftmals sehr aufwändig, weil diese je nach Plattform an verschiedenen Orten hinterlegt sind. Mitarbeitende, die bereits seit anderthalb Jahren im Team dabei sind, haben teilweise immer noch Mühe, die Unterlagen zu finden.

Die grösste Herausforderung, die auch zum Hindernis im Arbeitsprozess werden kann, sehen die Fachspezialisten in der Handhabung der verschiedenen Tools. Es werden Tools eingekauft, die viel können, aber oftmals nicht benutzerfreundlich sind, so z.B. das System *DINAR*, ein objektbasiertes Inventarsystem für sämtliche Anlagegattungen. Obwohl die Datenbank den Typ von einem Switch kennt und weiss, dass dieser 24 Ports hat, werden nicht automatisch Interfaces für die 24 Ports erzeugt, sondern der Benutzer muss alle einzeln aufsetzen. Darüber hinaus gibt es für Netzwerkspezialisten und Elektroinstallateure zu viele Tools mit unterschiedlichen GUIs, die neu gelernt werden müssen.

«Mit der Zeit weiss man scho, wo man wie und was raufklicken muss, aber man ist schon schnell überfordert, wenn alles [die Benutzeroberflächen der unterschiedlichen Applikationen] anders ausschaut und es kommt auf die Einführung [Schulung] drauf an.»¹⁵

Dies und andere Tätigkeiten führen zu immer mehr Administrationsarbeit. Arbeiten die Angestellten z.B. in Gleisnähe müssen sie erstmal einen Sicherheitsausweis ausfüllen mit Angaben, wie schnell der Zug fährt, welche Sichtweite sie haben und welche Sicherheitsfristen sie einhalten müssen und einen Change eingeben, wenn sie eine Leitung unterbrechen müssen. Nachfolgend müssen sie wieder alles abmelden.

Die Nachbearbeitung der Aufträge führen sie nach dem Einsatz meistens im Büro im *Stellwerk* und selten vor Ort aus. Dies hängt aber davon ab, ob eine Inbetriebnahme einer Anlage oder eine Störungsbehebung durchgeführt wird. Netzwerkspezialisten und Elektroinstallateure schreiben auch Protokolle und sind für die Materialbeschaffung verantwortlich, wenn ein Ersatzteil bestellt werden muss. Auch solche Tätigkeiten erfolgen nach dem Auftrag.

¹⁵ Elektroinstallateur, Video GP020115_10: 02:20 Min.

Für Mitarbeiter wäre es hilfreich, wenn der Ort direkt markiert werden könnte, an dem eine Störung in der Anlage aufgetaucht ist. Viele Mitarbeitende arbeiten heute mit Smartphone und Headset, um die Hände frei zu haben. Ein Gerät, mit dem der Techniker z.B. auch Skype verwenden könnte, um mit einem Experten beim CoC zu kommunizieren und damit dieser den Kontext einsehen könnte während der Arbeit, wäre ideal.

«Wenn ich jetzt grad vor dem Gerät stah, weiss er schon [der Experte], was ich ka anlege, ich muss ihm nöd erkläre [am Telefon], ich lug jetzt das so an oder ich mach das [zeigt mit dem Finger auf ein Kabel] und er sieht das grad. Also das ist sicher en Vorteil, die Arbeit gaht viel schneller und es ist kompetenter, weil er hat eigentlich dini Sicht aus dine Auge.»¹⁶

Wenn ein Mitarbeiter das falsche Kabel erwischt, würde das den Störungsbehebungsverlauf erheblich beeinträchtigen. Eine Interaktion mit dem CoC-Mitarbeiter wäre wünschenswert, weil dieser dann als Experte in seinem Fachbereich Auftragsanweisungen durchgeben und ein Problem so schneller behoben werden könnte.

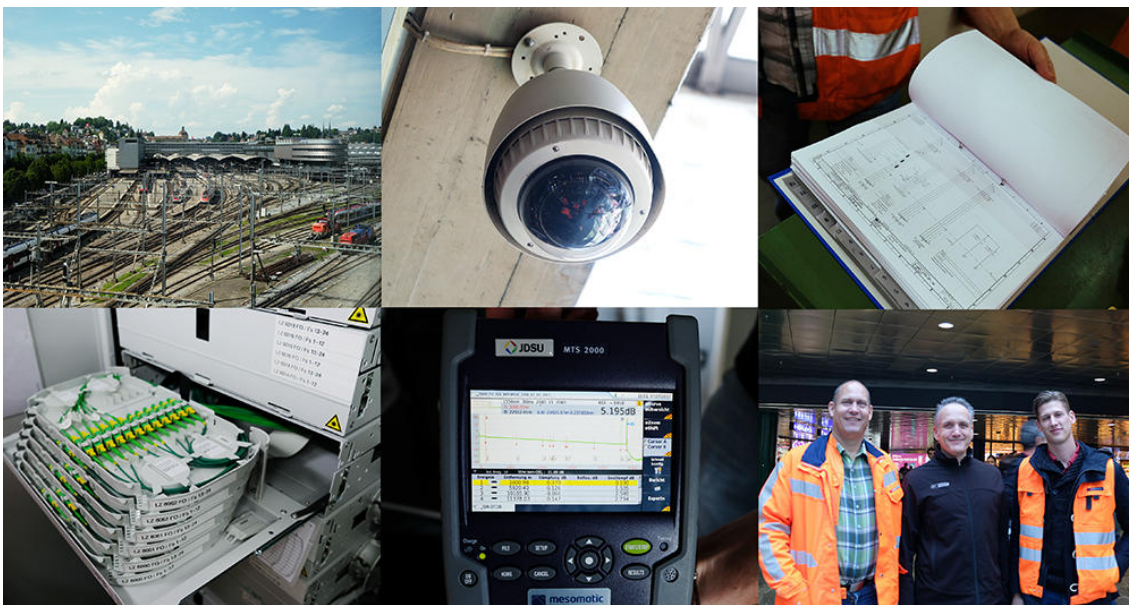


Abb. 3: obere Reihe v.l.n.r.: Blick vom Stellwerk auf den Bahnhof in Luzern, 360-Grad-Kamera im Bahnhofsgebäude, Handbuch zur Dokumentation für Elektroinstallationen; untere Reihe v.l.n.r.: Netzwerkinstallation mit gespleissten Glasfaserkabeln, Modularer Handtester zur Installation, Inbetriebnahme und Wartung von Glasfasern, Teamleiter Telecom Luzern (Mitte) mit zwei Mitarbeitenden

¹⁶ Netzwerkspezialist, Video GOPR0084_01: 05:58 Min.

5.3.2 Use-Case-Diagramm

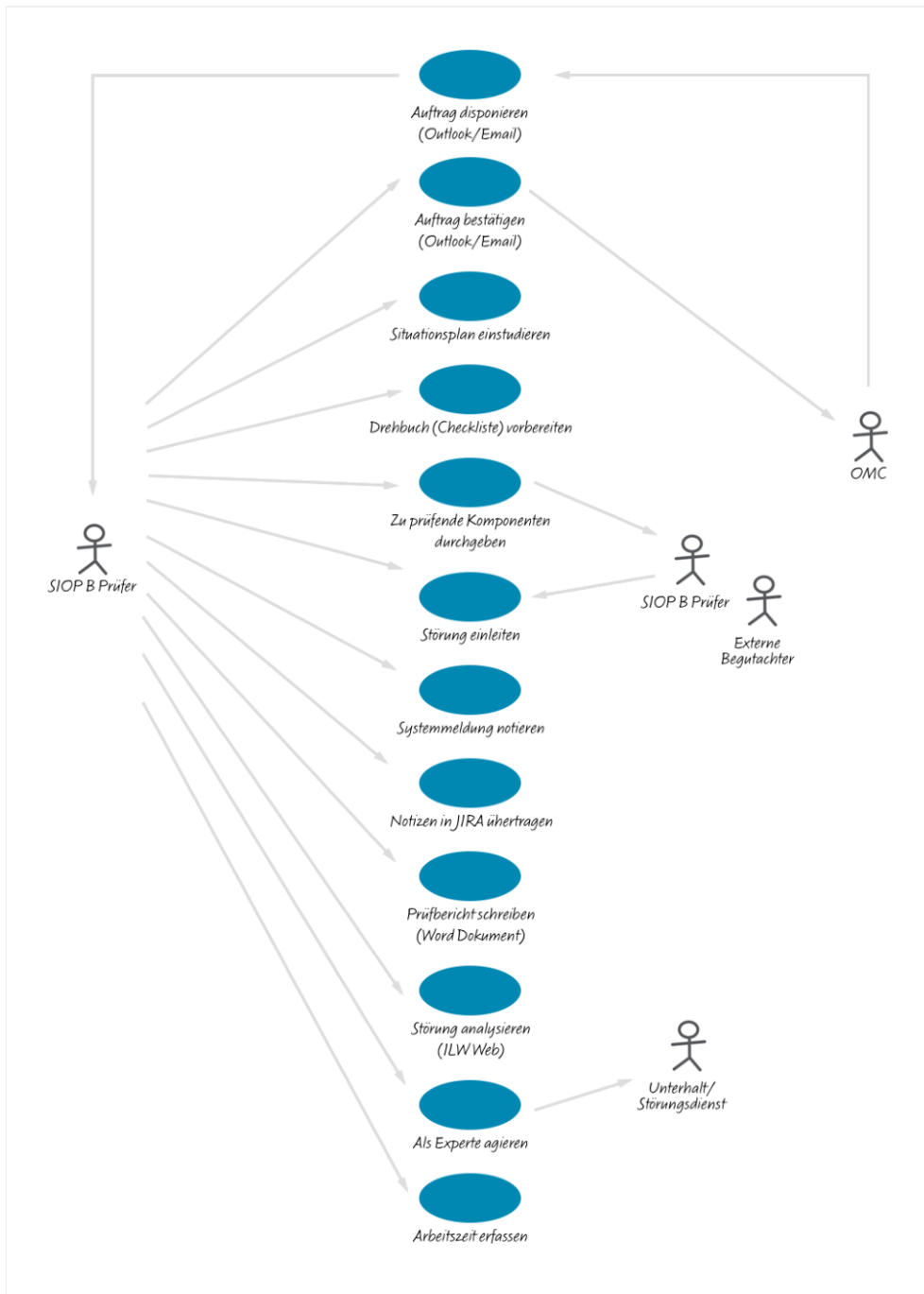


Abb. 4: Use Case Diagramm Elektro- und Netzwerkinstallationen im Stellwerk und am Bahnhof Luzern

5.4 SIOP-B-Prüfung

5.4.1 Zusammenfassung

Auf Anordnung des Bundesamtes für Verkehr führen SIOP-B-Prüfer als Experten des Geschäftsbereichs Sicherungsanlagen im Auftrag des *OCT (Operation Center Technik)* die nach der Eisenbahnverordnung verlangten *sicherheitsorientierten Prüfungen (SIOP)* in den Bereichen Signalanlagen und Automation durch. Das OCT als operativer Anlagenmanager stellt 7x24h den Betrieb aller technischen Anlagen und die Einhaltung der definierten Service Level Agreements der technischen Infrastruktur für das Bahnnetz gemäss Beauftragung des Life Cycle Managements für die Bahnanlagen sicher. Die SIOP-B ist eine Prüfung der physisch gebauten Anlage oder Teilanlage und der zugehörigen Dokumentation. Geprüft wird insbesondere die korrekte Ausführung und Dokumentation anhand der im Rahmen der SIOP-A geprüften Grundlagen, sowie dem Gesetzes-, Regel- und Normenwerk, um z.B. IT-Systeme vor der Implementierung zu testen und die Sicherheit im Bahnverkehr zu gewährleisten.

Während der Kontextanalyse haben die Projektbeteiligten einen SIOP-B-Prüfer bei nächtlichen Arbeiten begleitet. Bei diesen ging es um die Implementation eines Updates für die Stellwerksoftware eines elektronischen Stellwerks «Typ Simis W» sowie für das IT-System *ILTIS* (Integrales Leit- und Informationssystem) für den Bahnverkehr mit dem Ziel, eine neue Weiche am Folgetag in Betrieb zu nehmen. Da der Bahnbetrieb nur nachts unterbrochen ist, lassen sich die entsprechenden Tests lediglich in diesem Zeitfenster durchführen. Wir waren von 22 bis 2:15 Uhr vor Ort.

ILTIS ist das Betriebsleitsystem zur operativen Führung und Automatisierung des Bahnbetriebes, respektive eine Stellwerkfernbedienung bei der SBB. Mit dem Leitsystem können elektronische *Stellwerke* und Relaisstellwerke unterschiedlicher Bauart fernbedient werden. Es können einzelne Elemente angewählt, ganze Fahrstrassen eingestellt oder auch Notbedienungen vorgenommen werden, um z.B. den Bahnbetrieb bei Störungen zu lenken.

SIOP-B-Prüfer erhalten einerseits Express-Aufträge im kleinen Rahmen mit vereinfachten Prozessen und andererseits Aufträge, die mehrere Wochen dauern, weil alle Komponenten mit der Software gekoppelt und getestet werden müssen. Der SIOP-B-Prüfer, den wir begleitet und interviewt haben, hat seinen Arbeitsplatz im OCT am Zürcher Flughafen. Es kommt vor, dass er drei Wochen Nachtschichtesätze hat und dann wiederum zwei Wochen lang Büroarbeiten erledigt, die z.B. Prüfungsvorbereitung, das Erstellen von Berichten für Gutachten sowie Auswertungen aus dem Test-Labor umfasst.

Für den Einsatz werden unter anderem Signal- und Situationspläne der Gleisanlage benötigt, die auf dem *eSpace* der SBB abgerufen werden können. Für die Prüfung stehen Prüfunterlagen der jeweiligen Anbieter der Systeme zur Verfügung, z.B. von Siemens und Thales, die sich inhaltlich unterscheiden und auf das gegebene System zugeschnitten sind. Für das Prüfprotokoll erstellt der SIOP-B-Prüfer im Verlauf der Auftragsabwicklung Notizen anhand einer Checkliste und verwendet im Nachgang ein Word-Template als referenzierbaren Prüfbericht. Die eigentlichen

Feststellungen und dazugehörige Auflagen erstellt er jedoch in *JIRA*. Diese Dokumente werden als PDF ausgedruckt und zusammen mit dem Prüfbericht unterschrieben an den Projektleiter zur Abarbeitung sowie an Projektbeteiligte zur Sichtung weitergeleitet.

Aus dem Geschäftsbereich Unterhalt und Störungsdienst rufen auch Kollegen an, um nach Expertenwissen zu fragen (allerdings nicht während der Prüfung). Die Kollegen telefonieren viel untereinander und tauschen sich oft aus. Ab und an nehmen sie ein Video auf und senden es an eine WhatsApp-Gruppe, um eine Frage an die gesamte Experten-Gruppe zu stellen.

«Das Fachwissen der SIOP-B-Prüfer ist gefragt. Es wäre schön, auch manchmal offiziell im Einsatz als Helfer zu sein.»¹⁷

Während der Prüfung sind zwei Teams draussen im Gleisbereich tätig, weitere SIOP-B-Prüfer sowie Begutachter von Siemens sind als Anlagenbauer beschäftigt. Sie nehmen die Anweisungen vom SIOP-B-Prüfer entgegen, der vor der ILTIS-Applikation im *Stellwerk* vom Schreibtisch aus arbeitet. Anhand der Prüfunterlagen und seiner Checkliste werden schrittweise Störungssimulationen eingeleitet, so z.B. die genannte Weiche-Lage-Überwachungsstörung, Hardwarestörungen, eine Aufschneidung oder eine Rutschkupplung. Im Gleisbereich werde diese an der neuen Weiche durchgeführt, über die Stellkwerkanlage an das System in ILTIS weitergegeben und müssen während der Prüfung erkannt werden.

Der SIOP-B-Prüfer im *Stellwerk* studiert währenddessen die Situationspläne der Gleisanlage und kommuniziert über ein Baufunkgerät mit den Teams im Gleisbereich, um den Start der Störungseinleitung mitzuteilen, die Sicherheit der Kollegen zu gewährleisten und den aktuellen Stand im Arbeitsprozess zu erfragen. Auch Isolierungen, Beschriftungen und Erdungen der Anlagen werden überprüft. Wenn alle Tests bestanden wurden, kann die neue Weiche am Folgetag in Betrieb genommen werden.

¹⁷ SIOP-B-Prüfer, Video Audio-SIOPb-2.m4a: 1:12 Min.



Abb. 5: grosses Bild: Der SIOP-B-Prüfer studiert die Prüfunterlagen und Checkliste während der Durchführung des Tests; kleines Bild oben: Die Bahnanlage nachts – Inbetriebnahme einer neuen Weiche; kleines Bild unten: Die Projektbeteiligten beim Interview mit dem Prüfer

5.4.2 Use-Case-Diagramm

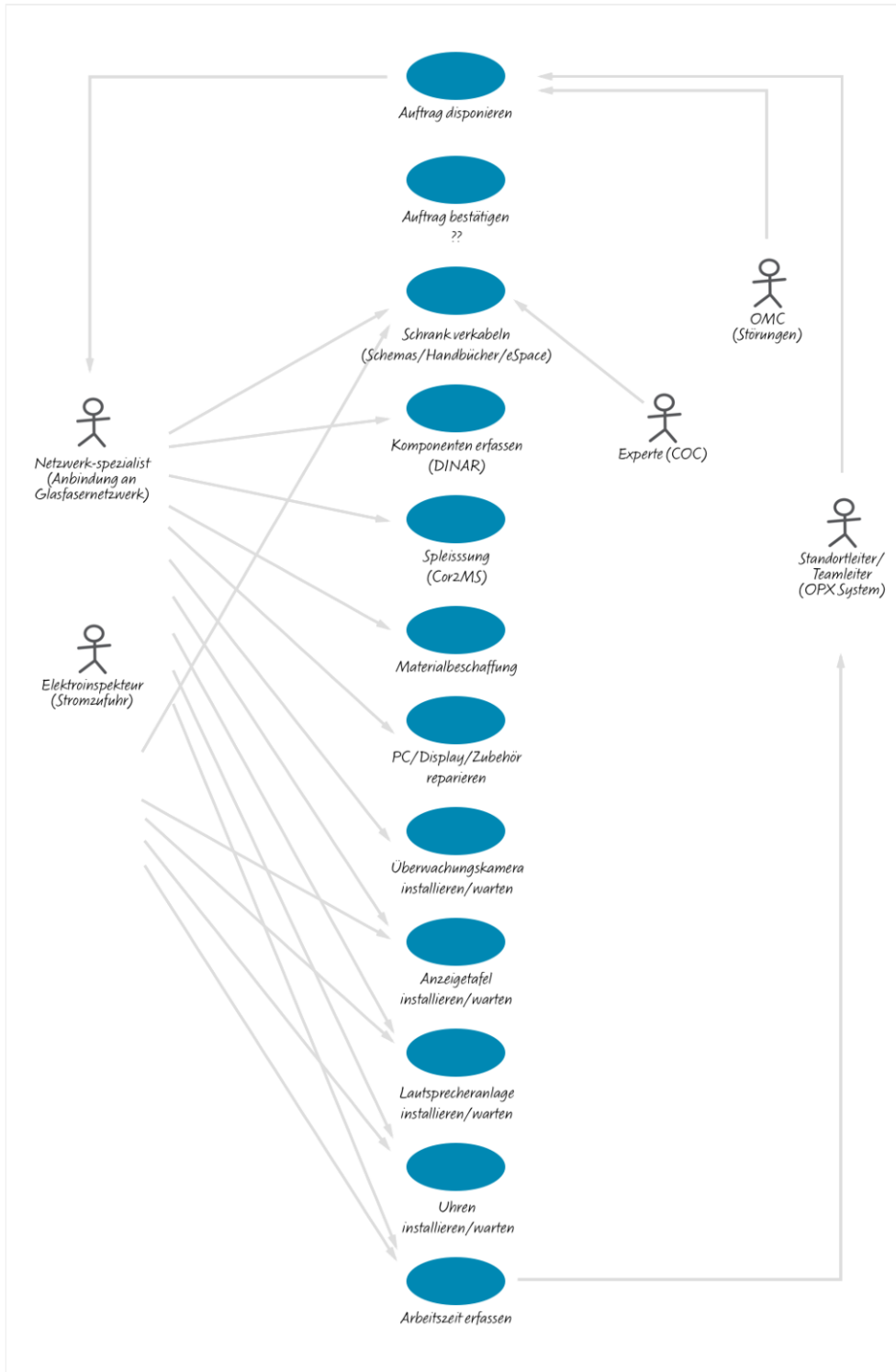


Abb. 6: Use Case Diagramm SIOP B Prüfung im Stellwerk, Bahnhof Rapperswil

5.5 Helpdesk Assistance für Lokführer

5.5.1 Zusammenfassung

Der SBB Helpdesk der Lokführer ist 24 Stunden pro Tag besetzt und unterstützt die Lokführer schweizweit vom Standort Bern, Bollwerk aus, wenn bei der Inbetriebnahme, während der Fahrt oder Abgabe der Lok nach dem Einsatz eine Störung auftritt, die zu fahrdienstlichen Einschränkungen im Bahnverkehr führen kann. Das Helpdesk-Team bei Personenverkehr Operating besteht aus 34 Mitarbeitenden, die jeweils zu ca. 50% als Helpdesk-Mitarbeiter und zu ca. 50% als Lokführer tätig sind (auch ein 60/40-Prozent-Verhältnis ist üblich).

Während der Inbetriebnahme führt der Lokführer einen Check-Up durch: Er macht einen Rundgang um das Fahrzeug, kontrolliert die Räder, Federung, Front- und Seitenbereiche sowie den Stromabnehmer und nimmt den Führerstand in Betrieb, wobei die Sicherheitseinrichtung, Bremsen, Schalter etc. nach Reglement getestet werden. Wenn ein Lokführer eine Störung z.B. während der Inbetriebnahme eines Fahrzeugs identifiziert, ruft er per Telefon beim Helpdesk an und die Mitarbeitenden leisten Support durch ihr Expertenwissen. Sie kennen die unterschiedlichen Bauarten der Loks und es steht ihnen das Lokführer-Tool mit Plänen und Fotos zu Schaltungen für den jeweiligen Fahrzeugtyp zur Verfügung.

Viele Lokführer mit wenig Berufserfahrung kennen die einzelnen Bauarten der Loks noch nicht im Detail und finden die entsprechenden Schalter nicht sofort, da diese teilweise sehr versteckt verbaut sind. Hier leistet der Helpdesk ad hoc Unterstützung. Die Details zur Störung werden während dem Telefongespräch auf Papierformularen notiert und danach als Störungsmeldung im SAP-System erfasst. Viele Störungen, z.B. Türstörungen, können direkt durch Diagnostiker behoben werden, die schweizweit tätig sind und vor Ort Reparaturen durchführen. Bei betriebsrelevanten Störungen, die nicht sofort behoben werden können, wird die Meldung an den Unterhalt weitergeleitet und die Lok wird ins Depot zur Reparatur geführt. Durch den Einsatz des Helpdesks werden Zugausfälle und Verspätungen verhindert.



Abb. 7: grosses Bild: Arbeitsplatz SBB Helpdesk für Lokführer mit vier Monitoren und Tablet; kleines Bild oben: der Helpdesk-Mitarbeiter füllt das Protokoll-Formular auf Papier aus; kleines Bild unter: Regelwerk und Fachliteratur am Arbeitsplatz

5.5.2 Use-Case-Diagramm

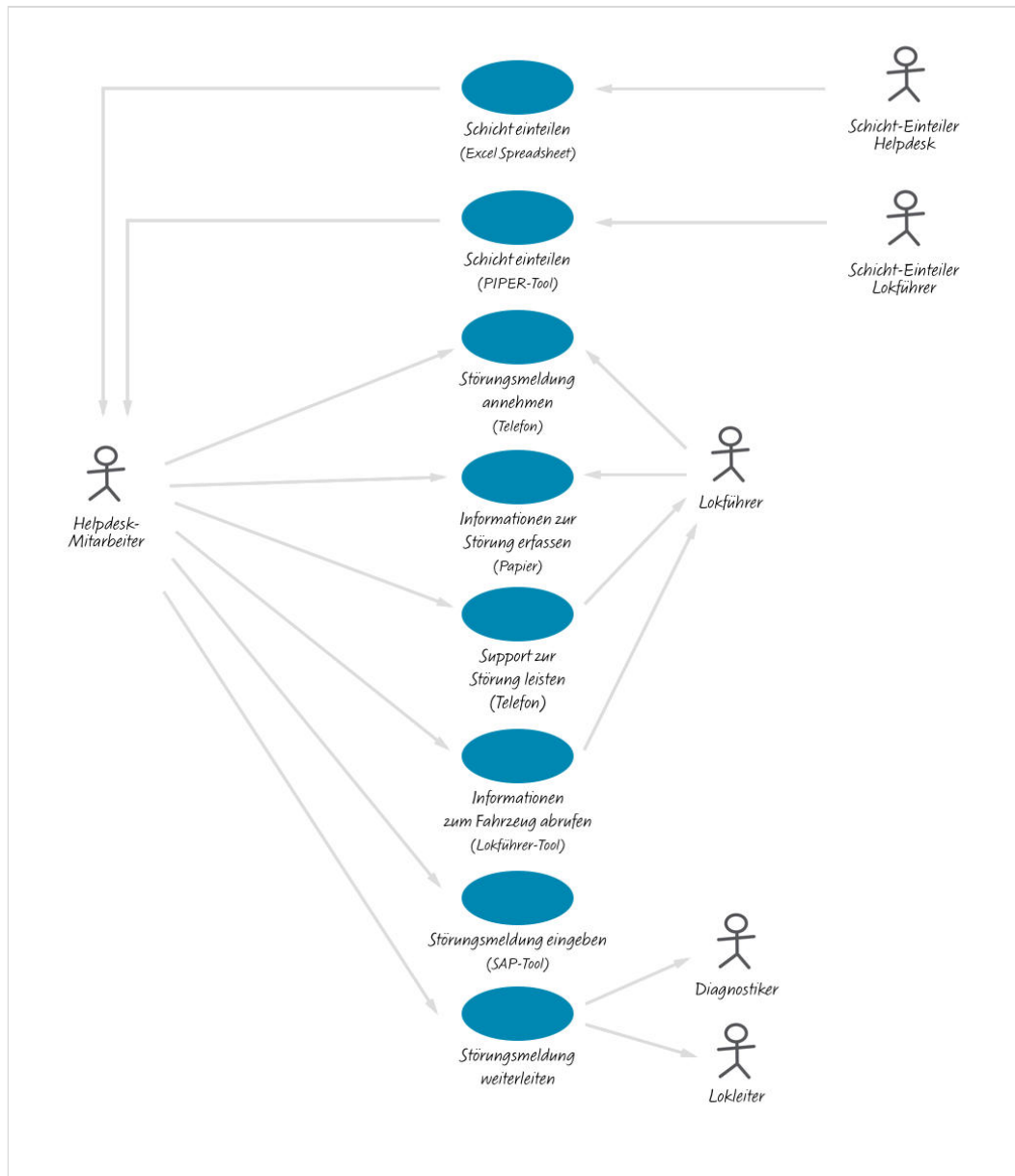


Abb. 8: Use Case Diagramm Helpdesk für Lokführer am Bahnhof Bern, Bollwerk

5.6 Entscheidungsmatrix

Fragestellung	Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4
	« Streckeninspektion »	« Netzwerk- und Elektroinstallationen »	« SIOB B Prüfung »	« Helpdesk Unterstützung »
	Mittlere Übereinstimmung	Hohe Übereinstimmung	Geringe Übereinstimmung	Geringe Übereinstimmung
1. Case Match Wie viele der beobachteten Use Cases überschneiden sich mit Anwendungsfällen, die für AR als angemessen erachtet werden? "Situation Awareness" gewährleisten Schemas oder Metadaten in situ einblenden Verborgene Strukturen visualisieren Fachliche Experten remote kontaktieren und in den Kontext einbinden Wartungsarbeiten mit unzureichenden technischen Kenntnissen schrittweise durchführen Monitoring Sicherheitsschulungen Würde die neue Technologie für die Hauptaktivitäten im Arbeitsprozess eingesetzt werden?	✓ ✓ evtl. ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ Nein	✓ ✓ evtl. ✓ ✓ ✓ ✓ Nein	✓ ✓ Nein	✓ evtl. Nein
2. Nutzerbedürfnisse Welche der vorhandenen Nutzerbedürfnisse könnte ein Augmented-Reality-System erfüllen? Benutzer möchten parallel mit den Händen arbeiten Sie möchten unsichtbare Daten im Kontext einblenden lassen Sie möchten Medienbrüche vermeiden oder vermindern Sie möchten sich Wissen schnell aneignen können Sie möchten Fehler aufgrund von fehlendem Wissen vermeiden Sie möchten ihre Polyvalenz im Feld erhöhen	Geringe Übereinstimmung	Hohe Übereinstimmung	Geringe Übereinstimmung	Hohe Übereinstimmung
3. Externe Faktoren Gibt es externe Faktoren die gegen einen Einsatz mit AR sprechen? Extreme Weiterbedingungen Einsätze Draussen (Blendende Lichtverhältnisse) Längere Arbeitseinsätze	Schwerwiegende ✓ ✓ ✓	Wenige Nur wenn Bahnhof nicht überdacht Nur wenn Bahnhof nicht überdacht	Wenige Nur wenn Bahnhof nicht überdacht	Keine
4. Nutzerverhalten Welche Verhaltensänderung würde durch ein Augmented-Reality-System bedingt? Können wir das den Benutzern zumuten?	Zumutung Sie sehen selber, wann der Zug kommt und haben sich trainiert, die entsprechenden Zeichen zu antizipieren. Augenkontakt mit Lokführern ist aus Sicherheitsgründen wichtig. Beides führt zu keiner Beeinträchtigung der Effizienz (Annahme).	Keine Zumutung	Zumutung SIOB-B-Prüfer tauschen heute bereits ihr Expertenwissen via Chat untereinander aus und kommunizieren per Baufunkgerät mit dem Team im Gleisbereich während einer Prüfung. Ein AR-System würde den Arbeitsprozess nicht optimieren (Annahme).	Zumutung Die Effizienz würde beim Helpdesk gesteigert werden (Annahme), aber da wir keine Kontextanalyse beim Lokführerpersonal durchgeführt haben, können wir hierzu keine valide Aussage treffen.
	✓	✓	✓	✓

<p>3. Zugang zu Benutzern</p> <p>Können wir über einen Zeitraum von 3-4 Monaten regelmäßig, uneingeschränkten Zugang zu Benutzern haben?</p>	<p>Urigewiss</p> <p>Es sind wenige Inspektoren (30 Schweizweit) im Einsatz. Da sie auch eigentlich keinen Büroansatz haben, wäre es evtl. schwierig, sie für einen Test zu beanspruchen.</p>	<p>Ja</p> <p>✓</p>	<p>Urigewiss</p> <p>Benutzer schaffen zu 50% als Helpdesk Supporter und zu max. 50% als Lokführer. Wir müssten bei den Zugfahrten dabei sein und auf eine eintreffende Störung am Rollmaterial hoffen. Die Kontextanalysen bei Lokführern sind schwierig durchführbar.</p>
<p>6. Testing</p> <p>Kann die Situation in einer «Laborumgebung» wiederhergestellt werden, so dass brauchbare Testergebnisse geliefert werden? Stellt die Durchführung eines Tests im realen Kontext ein Sicherheitsrisiko dar?</p>	<p>Schwierig</p> <p>Aus Sicherheitsgründen auf keinen Fall «auf der Strecke». Umgebung/Situation wären etwas schwierig nachzuzahlen.</p>	<p>Ja</p> <p>✓</p>	<p>Nicht möglich</p> <p>Situation beim Lokführerpersonal kann nicht nachgeahmt werden.</p>

6 Kontextanalyse 2. Runde

6.1 Störungsmeldungen beim Pikettdienst

Netzwerkspezialisten bei Telecom, Standort Luzern
Kontextanalyse Bahnhof Luzern
15.09.2017, 13:00-16:00

6.1.1 Transkript

Interview am Anfang

Alter, Ausbildung, Funktion, Abteilung, Erfahrung. Was ist deine Rolle hier bei der SBB?

P2 und P3 kennen wir bereits aus der letzten CI. P6 ist diesmal neu dabei, Mitte 40 und wie P3 Netzwerkspezialist.

Wie erhältst du den Auftrag? (Nur als Störungsmeldung während Pikettdienst oder auch geplante Wartung?)

Solche Aufträge kommen immer als Störungsmeldung über das Störungszentrum (OMC) rein. Geplante Wartungen werden von ihnen nicht durchgeführt.

Wie bereitest du dich vor?

Vorher im Büro sucht er auf dem PC im «Filer» nach der Visio-Zeichnung, welche die entsprechenden Verbindungen darstellt. Diese druckt er aus, denn er macht gerne Notizen vor Ort. Er holt sich Sicherheitskleider, Natel und Laptop. Vermerken muss er, welche Materialien mitgenommen werden.

Was sind deine Arbeitsschritte? (Dabei beobachten, was gut läuft, was weniger gut – allfällige Frustrationen, etc.)

Beobachtung

A. Auftrag entgegennehmen

1. Eine Störungsmeldung erhält derjenige, der die Woche PK-Dienst hat per Pager. Er kann das so einstellen, dass er die Meldung zusätzlich per SMS und/oder E-Mail erhält. Die Meldung besteht aus einer Ticketnummer — «TTxxxxx» (TT = «Trouble Ticket») — sowie einer kurzen Nachricht, z.B. «Anzeigetafel Gleis 3 Nord».

2. Innerhalb von 15 Minuten muss er sich zurückmelden. Ihm werden telefonisch etwas mehr Details erklärt: was und wo die Störung ist. Er hat 4 Stunden Zeit, um die Reparaturarbeit auszuführen. Manchmal, wenn die Störung auf der Privatbahnstrecke liegt (bspw. bei Interlaken), haben sie zwei Stunden Anfahrtszeit.

B. ZAM Zuganzeigemodul prüfen

3. Ankunft Bahnhof
4. Zuerst muss er das ZAM (Zuganzeigemodul) genau lokalisieren. Er holt sich eine Hebebühne, fährt mit dieser aufs Perron (die Hebebühne wird in einem abgeschlossenen Raum aufbewahrt und wird nur von seinem Team beansprucht).
 - a. Er kennt sich nicht aus. Das entsprechende Gleis findet er zwar leicht, aber es ist nicht immer auf Anhieb ersichtlich, wo Nord/Süd/etc sind.
 - b. Er kennt sich aus, läuft direkt hin.
5. Er schaut sich das ZAM an und testet, ob das Problem elektrischer Natur ist. Wenn er z.B. keine Daten vom Netz bekommt, geht er davon aus, dass es einen Unterbruch im Glasfasernetzwerk gibt.
6. Kommt der Netzwerk-Spezialist an, fragt er sich als erstes, in welchem Raum die Verbindung endet. Um die Frage zu beantworten, benötigt er eine Visio-Zeichnung der Verbindungen. Diese liegt auf dem «Filer», aber meistens hat er es sich die Zeichnung vorher ausgedruckt und holt sie nun hervor. Dabei geht es ihm um nur eine der vielen Verbindungen, die in der Zeichnung abgebildet sind.

C. Technischer Raum ZAM: Prüfung der Verbindung

7. Aufsuchung vom Einsatzort
 - a. Er kennt sich nicht aus und muss deshalb als nächstes herausfinden, wo sich der entsprechende Raum am Bahnhof befindet.
 - b. Er kennt sich aus, geht hin
8. Im Raum angekommen, muss er nun den richtigen Schrank mit entsprechendem ODF (Optical Distribution Frame) finden. Dieser ist angeschrieben.

D. Technischer Raum 2: Prüfung der Verbindung

9. Aufsuchung vom Einsatzort

- a. Muss sich anhand von einem Ortsplan orientieren. Teilweise sind die Bahnhoßpläne bei Immobilien, teilweise bei Infrastruktur (wenn es z.B. darum geht, wo Kameras angebracht sind).
 - b. Kennt er sich aus, geht er direkt zum Raum.
10. Er prüft zuerst die Chassis, ob das Signal vom Technikraum beim ZAM ankommt. Dies macht man gerne zu zweit: Ein MA arbeitet oben am ZAM und der andere schaut, ob die LEDs am Chassis korrekt leuchten. (Meistens geht es um eines von zwei Problemen: Entweder die Karte im Chassis oder das Modul am ZAM ist defekt.)
11. Erst nachdem man geprüft hat, ob das Problem dort ist, schaut man nach den Kabeln. Diese sind eigentlich recht stabil und selten defekt: Mit einem Laser Pointer prüft er oben die Glasfaserkabel und ob das Signal konstant bleibt. Er schaut, ob alles fest sitzt, prüft die Kabel auf Kratzer, Staubkörner, Spuren von Fett oder ob sie verklemmt sind.
12. Falls nötig kann er auch die Switches ganz unten prüfen. Dazu gibt es eine zusätzliche Zeichnung in der Visio-Zeichnung, welche die Zusammenhänge zwischen Chassis und Switches darstellt. Er muss dabei ziemlich in die Knie gehen. Die Switches sind nämlich ganz unten im Schrank.
13. Falls alles in Ordnung scheint, vermutet er, dass der Konverter am ZAM kaputt ist.

E. Reparatur bzw. Bestellung von Ersatzteilen

14. Wenn möglich, Behebung des Fehlers: Entweder muss man die Karte am Chassis ausbauen oder das Modul am ZAM, z.B. Konverter, putzen, etc..
15. Wenn möglich, Teil ersetzen
- a. Braucht Unterstützung von Kollegen
 - b. Kennt sich damit aus

F. Nachbearbeitung (siehe unten)

16. Am PC oder per Anruf meldet er die Störung ab und gibt den Status durch (erledigt/on-hold).
17. Bei Bedarf defektes Teil ausbuchen, Ersatzteil bestellen
18. Versandetiketten vorbereiten
19. Kontrollblatt ausfüllen
20. Zeit rapportieren

Das Ticket ist erst abgeschlossen, wenn Material eingetroffen ist.

Interview zum Schluss

Läuft das an allen Bahnhöfen gleich?

Ist ein Standardfall und läuft auf jedem Bahnhof gleich ab.

Welche Informationen musst du vor- bzw. nachher erfassen? Mit welchen Werkzeugen?

Am PC oder per Anruf meldet er die Störung ab. Er füllt ein Kontrollblatt aus und organisiert bei Bedarf den Versand von Ersatzteilen.

Wenn alles möglich wäre (Zauberstab): Gibt es etwas, das aus deiner Sicht optimiert werden könnte? Wie?

Bei Schritt 10 wäre super, falls nur ein Elektrotechniker dabei ist, noch ein paar Augen draufhaben zu können.

Sie bräuchten ein Visio-Schema, bei dem sie ein- und auszoomen können.

7.2 Analyse IST-Zustand

Folgend ist eine Übersicht der gefundenen Pain Points, Opportunity Areas und die resultierenden How-Might-We-Fragen.

ID	Pain Point	Opportunity Area	How might we?
A	Gut wäre, folgende Probleme zu beheben...		
A1	Schemazeichnungen, Ortspläne, etc. stehen zur Zeit auf dem «Filer» bzw. im «E-Space» nur teilweise und mit variabler Aktualität zur Verfügung. Die Filer-Struktur ist nicht selbsterklärend. Anfänger brauchen Zeit, um diese kennenzulernen.	Effizienz steigern: Dauer der Tätigkeiten verkürzen, kognitive Belastung reduzieren	Wie können wir Benutzer unterstützen, Schemen, Pläne und VISIO-Zeichnungen entsprechend dem Auftrag leicht zu finden?
A2	Teilweise fehlt das nötige Fachwissen, z.B. wenn der erste vor Ort ein Elektromonteur ist, der prompt feststellt, dass das Problem mit der Netzwerkverbindung zu tun hat. Heute geht Zeit verloren, weil der Netzwerk-Kollege zum Einsatzort bestellt werden muss.	Wissenstransfer erhöhen, ortsunabhängige Einsätze ermöglichen	Wie können wir fehlendes Fachwissen bzw. Wissen zum Arbeitsablauf in Echtzeit ergänzen?
A3	(Neue) Kollegen sind nicht zu 100% mit den Einsatzorten vertraut. Sie müssten wissen, wo sich Technikräume befinden, wie sie sich sicher im Gleichbereich bewegen können, etc.	Wissenstransfer und Sicherheit erhöhen	Wie können wir fehlendes Wissen bzgl. Orientierung am Bahnhof ergänzen?
A4 A4-1	Der Benutzer muss häufig zuerst ins Büro, um Schemen, Pläne, VISIO-Zeichnungen auszudrucken. Er kann nicht gleichzeitig die Zeichnung und die Kabel im Schrank studieren	Interaktion komfortabel gestalten, «die Dinge dort projizieren wo sie sind» (Wissen sichtbar machen)	Wie können wir den Abruf von Schemen, etc. über den Arbeitsprozess hinweg komfortabler gestalten?
A5 A4-2	Benutzer müssen mit den Händen Arbeiten. Derzeit sichten sie Schemen etc. in Papierform bzw. haben sie auf dem Laptop zur Referenz zur Verfügung. Das erfordert, dass sie die Arbeit unterbrechen müssen.	Effizienz steigern: Dauer der Tätigkeiten kürzen, kognitive Belastung reduzieren	Wie können wir den Abruf von Schemen, etc. hands-free gestalten?
A6 A5	Erfahrene Kollegen geben gerne ihr Wissen weiter (kein Pain Point per se – eher eine Opportunity Area)	Wissensaustausch fördern, Teamgeist steigern, Polyvalenz erhöhen bei Kollegen	Wie können wir den kollegialen Austausch fördern?
A7 A6	Tätigkeiten werden teilweise an nicht überdachten Orten ausgeführt. Mitarbeiter sind extremer Hitze, Kälte und Nässe regelmäßig ausgesetzt. Nicht-wetterbeständige Hilfsmittel sind unter solchen Umständen schlecht zu lesen/bedienen	Robuste und witterungsbeständige Geräte verkürzen den Einsatz durch Unterstützung im Kontext	Wie können wir die Lösung für unterschiedliche Witterungsbedingungen optimal gestalten?
B	Wenn wir folgende Probleme lösen, wären Benutzer positiv überrascht		
B1	Zur Zeit können Mitarbeiter Ticket entweder nur am PC oder per Telefon bestätigen	Effizienz steigern: Dauer der Tätigkeiten kürzen, Medienbrüche vermeiden	Wie können wir den Benutzern einen Weg bieten, den Auftrag zu bestätigen, ohne zurückrufen zu müssen?
B2	Heute müssen Mitarbeiter prüfen, ob das zu ersetzende Teil vorrätig ist und das Teil in jedem Fall nachbestellen, Versandetikett vorbereiten	Unsichtbares sichtbar machen, Automatisierung der Arbeitsschritte, Medienbrüche vermeiden	Wie können wir den Informationsfluss erleichtern, ob das zu ersetzende Teil aus dem Inventar vorrätig ist oder bestellt werden muss? (Schneller, ohne zurück ins Büro zu müssen, damit Auftrag geschlossen werden kann)
B3	Fast jeder Aspekt der Nachbearbeitung erfolgt in einer unterschiedlichen Anwendung, was zu Ineffizienzen führt	Medienbrüche vermeiden	Wie können wir die Prozesse zur Nachbearbeitung ohne Medienbrüche gestalten?

7.3 SOLL-Szenario

Journey	Piketteinsatz: Störung beheben
Persona	David

STAGE 1: Auftrag entgegennehmen

David, 23, arbeitet seit knapp drei Monaten bei der SBB als Fachspezialist. Seit zwei Tagen hat er wieder mal Pikettdienst. Er bekommt am Mittwochvormittag eine Störungsmeldung, während er gerade an einem anderen Auftrag arbeitet. [email@sbb.ch: TT357135 - TC - LZ - 13.09.2017 10:27 / lz-fosf-02: Unterbruch]

David richtet seine Aufmerksamkeit auf die Meldung und liest deren Details. Aufgrund der Störungsbeschreibung weiss er, dass es sich um ein Zuganzeigemodul handelt. Zusätzlich weiss er, dass er zuerst mal eine Hebebühne braucht, um das ZAM näher anzuschauen.

David nutzt die ruhige Gelegenheit im Abstellraum (wo sich die Hebebühne befindet), um den Auftrag zu bestätigen. Die entsprechenden Schemen, Pläne, Anleitungen, etc. werden im Hintergrund geladen und zur Verfügung gestellt. Verfügbare Experten mit entsprechender Kompetenz (z.B. Ruedi) sind nur ein Knopfdruck entfernt.

Das System zeigt den ersten Checkpoint an: ZAM, Gleis 3 Nord. Eine Orientierungshilfe zeigt Davids Standort relativ zum Checkpoint. David kennt sich inzwischen ganz gut aus und weiss, wie er zu Gleis 3 Nord findet. Er fährt mit der Hebebühne aufs Gleis. Glücklicherweise stört die Orientierungshilfe nicht. Sie dient lediglich als Bestätigung, dass er auf dem richtigen Weg ist.

STAGE 2: ZAM Prüfen

Sobald er mit der Hebebühne in Position ist, steigt David hinauf und öffnet das Gehäuse. Auf das betroffene Modul wird visuell hingewiesen, damit er weiss, wo er hinschauen sollte. Er prüft, ob das Problem elektrisch oder netzwerk-bezogen ist, und stellt rasch fest, dass es sich um ein Netzwerk-Problem handelt. Jetzt sucht er die Verbindung, durch die das Kabel durchgeht: den Verteilerschrank.

Er erkundigt sich nach dem nächsten Checkpoint, und das System zeigt den Technikraum am Gleis 3 an. Die Orientierungshilfe wird wieder eingeblendet.

STAGE 3: Prüfung im Technikraum Gleis 3 Nord

Ist er im Technikraum angekommen, wird der richtige Schrank gekennzeichnet — sein Ziel ist erreicht. Jetzt wechselt das System in den Arbeitsmodus. Der zu prüfende Verteilungsschrank

wird hervorgehoben. David öffnet den Schrank. Darin wird die betroffene Kabelführung von ODF zu ODF (bzw. Kassette) mit Etikettnummer markiert.

David kann sich nicht ganz erinnern, was er alles prüfen muss, bevor er zum nächsten Technikraum weitergeht. Er möchte nichts vergessen und ruft daher eine Checkliste auf.

Sitzen alle Stecker fest?

Sind die Kassetten korrekt montiert und komplett geschlossen?

Sind Kabel gekratzt, geknickt, eingeklemmt oder durchtrennt?

Gibt es Staubkörner oder fettige Abdrücke auf den Glasfasern?

In dem ersten Raum wird David nicht fündig. Er muss sich die Etikettnummer (die Bezeichnung) nicht merken, denn diese wird ihm im nächsten Technikraum angezeigt.

Er fragt nach dem nächsten Checkpoint und das System zeigt den Technikraum U279 im Untergeschoss. Die Orientierungshilfe wird wieder eingeblendet.

STAGE 4: Prüfung im Technikraum U279

Wenn er im Technikraum ankommt, wird der richtige Schrank gekennzeichnet — Ziel erreicht. Jetzt wechselt das System in den Arbeitsmodus.

David öffnet den Schrank. Die zu prüfende Verbindung wird am Chassis, bei den Glasfasern und den Switches visuell hervorgehoben. Abhängig davon, wo er hinschaut, zeigt ihm das System alle für den Auftrag relevanten Komponenten.

Wieder möchte David der Gründlichkeit zuliebe eine Checkliste aufrufen.

Zu zweit: LEDs am Chassis prüfen — kommt das Signal vom Technikraum beim ZAM an?

Glasfaser mit einem Laser Pointer prüfen — bleibt das Signal konstant?

Sind Kabel gekratzt, geknickt, eingeklemmt oder durchtrennt?

Gibt es Staubkörner oder fettige Abdrücke auf den Glasfasern?

Entsprechende Switches prüfen

David geht die Liste durch und lokalisiert das Problem.

STAGE 5: Diagnose/Reparatur

Die LIM-Karte ist defekt und muss ersetzt werden. Er baut die Karte am Chassis aus und möchte erfahren, ob ein Ersatzteil gerade vorrätig ist. Das System prüft den Bestand und gibt bekannt, dass die Karte zur Zeit nicht verfügbar ist.

STAGE 6: Nachbearbeitung

Er bestellt das fehlende Teil und bereitet das Versandetikett vor. Der Status des Auftrags wechselt auf abgeschlossen. Die Zeiterfassung wird automatisch an die Zentrale gesendet.

Journey	Piketteinsatz: Störung beheben
Persona	Ruedi

STAGE 1: Auftrag entgegennehmen

Ruedi, 42, arbeitet seit elf Jahren bei der SBB als Netzwerk-Spezialist und wird unter den Kollegen als «alter Hase» bezeichnet. Seit zwei Tagen hat er wieder mal Pikettdienst. Er bekommt am Mittwochvormittag eine Störungsmeldung, während er gerade an einem anderen Auftrag arbeitet. [email@sbb.ch: TT357139 - TC - IO - 13.09.2017 10:27 / io-fosf-05: Unterbruch]

Ruedi richtet seine Aufmerksamkeit auf die Meldung und liest die Details durch. Es handelt sich um ein Zuganzeigemodul am Bahnhof Interlaken Ost. Das System schlägt Ruedi eine Verbindung ab Luzern vor: Wenn er mit dem Interregio um 11:05 Uhr fährt, ist er kurz nach 13:00 Uhr in Interlaken. Er bestätigt den Auftrag, kauft sich ein Pausenbrot und steigt in den Zug ein. Im Hintergrund werden die entsprechenden Schemen, Pläne, Anleitungen, etc. geladen und im System bereitgestellt.

Pünktlich um 13:03 Uhr kommt Ruedi am Bahnhof Interlaken Ost an. Eine Orientierungshilfe wird eingeblendet, welche seinen Standort relativ zu Interessenspunkten am Bahnhof anzeigt. Er nutzt die Orientierungshilfe, um sich zu vergewissern, wo sich der Abstellraum mit Hebebühne befindet. Der Kollege mit dem Schlüssel trifft ihn dort, um ihm den Raum aufzuschliessen.

Das System zeigt den ersten Checkpoint an: ZAM, Gleis 2 West. Eine Orientierungshilfe zeigt Ruedis Standort relativ zum Interessenspunkt. Er zieht eine Sicherheitsweste an und fährt mit der Hebebühne aufs Gleis.

STAGE 2: ZAM Prüfen

Sobald er mit der Hebebühne in Position ist, steigt Ruedi hinauf und öffnet das Gehäuse. Auf das betroffene Modul wird visuell hingewiesen, damit er weiss, wo er hinschauen sollte. Er prüft, ob das Problem elektrisch oder netzwerk-bezogen ist und stellt rasch fest, dass es sich um ein Netzwerk-Problem handelt. Jetzt sucht er die Verbindung, durch die das Kabel durchgeht: den Hauptknotenpunkt.

Er fragt nach dem nächsten Checkpoint, und das System zeigt den Technikraum am Gleis 1 an. Die Orientierungshilfe wird wieder eingeblendet. Der Bahnhof ist im Vergleich zu Luzern zwar relativ

klein, aber Ruedi ist dankbar dafür, dass der entsprechende Technikraum angezeigt wird, denn er ist selten in Interlaken.

STAGE 3: Prüfung im Technikraum Gleis 1 West

Ist er im Technikraum angekommen, wird der richtige Schrank gekennzeichnet — sein Ziel ist erreicht. Jetzt wechselt das System in den Arbeitsmodus. Der zu prüfende ODF (Optical Distribution Frame) wird hervorgehoben. David öffnet den Schrank. Darin wird die betroffene Kabelführung von Kassette zu Kassette mit Etikettnummer markiert.

Ruedi kennt den Ablauf auswendig. Er prüft alles sorgfältig, wird aber im ersten Technikraum nicht fündig. Er fragt nach dem nächsten Checkpoint, und das System zeigt den Technikraum U4 im Keller an. Die Orientierungshilfe wird wieder eingeblendet.

STAGE 4: Prüfung im Technikraum U4

Wenn er im Technikraum ankommt, wird der richtige Schrank gekennzeichnet — Ziel erreicht. Jetzt wechselt das System in den Arbeitsmodus.

Ruedi öffnet den Schrank. Die zu prüfende Verbindung wird am Chassis, bei den Glasfasern und den Switches visuell hervorgehoben. Abhängig davon, wo er hinschaut, zeigt ihm das System alle für den Auftrag relevanten Teile.

Wieder prüft er alles, eins nach dem anderen. Ruedi lokalisiert das Problem.

STAGE 5: Diagnose/Reparatur

Die LIM-Karte ist defekt und muss ersetzt werden. Er baut die Karte am Chassis aus und möchte erfahren, ob ein Ersatzteil gerade vorrätig ist. Das System prüft den Bestand und gibt bekannt, dass die Karte zur Zeit nicht verfügbar ist.

STAGE 6: Nachbearbeitung

Er bestellt das fehlende Teil und bereitet das Versandetikett vor. Der Status des Auftrags wechselt auf abgeschlossen. Die Zeiterfassung wird automatisch an die Zentrale gesendet. Das System schlägt ihm eine passende Rückreise nach Luzern vor.

8 Brainstorming

- A1. Wie können wir Benutzer unterstützen, die entsprechende Visio-Zeichnung zu finden?
- Für Anfänger, die sich nicht mit der File-Struktur auskennen
 - Für Erfahrene, die nicht unbedingt ins Büro müssen wollen (ortsunabhängig)

Zugang zum Filer über AR-Device

Suchfunktion und Filter

Per Sprachbefehl z.B. "ZAM Luzern Gleis 3 Nord" werden alle entsprechende Pläne abgerufen und als Stapel dargestellt. Benutzer kann sich davon bedienen. Darunter befindet sich u.a. Die Visio-Zeichnung

Auftrag kann im Device geladen werden. Wenn der Benutzer in den Kabelschrank schaut, wird die Verbindung 1) erkannt und 2) die Bezeichnung der Endpunkte hervorgehoben

Bei den Visio-Zeichnungen gibt es verschiedene Zoom-Stufen. Benutzer fängt bei der Zoom-Stufe an, die lediglich die Verbindung vom entsprechenden ZAM zeigt.

Die Visio-Zeichnung wird erstmal gar nicht angezeigt, sondern nur der nächste Punkt, wo die Verbindung endet. Dazu muss der Benutzer jeweils seinen Standort melden. Besser wäre, das Device, weiss wo sich Benutzer befindet

- A2. Wie können wir fehlendes Fachwissen bzw. Wissen zum Arbeitsablauf in Echtzeit ergänzen?

Kommunikation zu Kollegen via Skype o.ä.

Zugang zu Wissens-Datenbanken ermöglichen, die die Benutzer in Echtzeit unterstützen

Unter den per Sprachbefehl abgerufenen Daten gehört auch eine Schritt-für-Schritt-Anweisung (Netzwerk sowie Elektro). Der Benutzer kann diese in Fokus bringen, um sich über den nächsten Schritt in Kenntnis zu setzen

Kollegen die Möglichkeit bieten den Kontext einzusehen und Markierung zu machen, die den Benutzer in Echtzeit unterstützen

Eine Liste der Zuständigkeiten in Bezug auf Auftrag (COC, Team-Kollegen) wird als Rotationskartei dargestellt. Diese kann genutzt werden, um sich mit entsprechendem Fachspezialist in Verbindung zu setzen

Eine Art Assistent/in steht peripher zur Verfügung. Kann jederzeit aktiv werden und Hinweise zum jeweiligen Schritt geben.

A3. Wie können wir fehlendes Wissen bzgl. Orientierung am Bahnhof ergänzen?

Standort via GPS / Beacons o.ä. in Miniatur-Grundriss vom Gebäude anzeigen

Anleitung / Wegbeschreibung zum Auftragsort visuell und/oder akkustisch

Raumplan mit Informationen zu Serverschränken etc. in den Technischen Räumen für Gebäude zur Verfügung stellen

Foto-Datenbank mit Bildern zum Ort, wo z.B. eine Komponente verbaut wird mit z.B. GPS-Markierung bei neuen Installationen ergänzen, so dass der Weg vom Standort bis zum Auftragsort angezeigt werden kann auf dem AR-Device

Hinweis bei Annäherung zum Ziel und Markierung vom Ziel anzeigen

Ein Audio-Hinweis "ruft ihm zu". Er muss dem Audiosignal folgen.

Benutzer kann jederzeit per Sprachbefehl z.B. "Standort" Informationen in der Umgebung einblenden, z.B. Himmelsrichtungen, wo sich Treppen und Lifts, Raum mit Hebebühne etc. befinden. Zusätzlich können sie mit weiteren Befehlen auch Kameras, ZAMs, etc. einblenden.

A4 Wie können wir den Abruf von Schemen, etc. über den Arbeitsprozess hinweg komfortabler gestalten?

Schemen wie z.B. Visio-Pläne über AR-Device abrufbar machen

Ansicht-Einstellungen für den nächsten Einsatz im Benutzerprofil abspeichern

Individuelle Grösse der Schemen benutzerdefiniert einstellbar machen, z.B. ein-/auszoomen ermöglichen

Favoriten für Gebäude setzen, in denen der Benutzer oft arbeitet und Filter für Kategorien der Schemen setzen, die der Benutzer oft benötigt

Komponenten/Leitungen, die in Bearbeitung sind können markiert und gehighlightet werden

Automatisierung der "Leitungsnachverfolgung", z.B. Weg eines Glasfaserkabels mit Nr. vom ZAM zum TR 1, zum Switch, zum Kartenslot, zum nächsten TR 2 usw. mit Wegbeschreibung/Raum

Die relevanten Informationen (entsprechend dem Schritt im Arbeitsablauf) werden dezent eingeblendet und können vergrössert/expanded werden.

A5. Wie können wir den Abruf von Schemen, etc. hands-free gestalten?

Einfache Gestensteuerung für Interaktionen ermöglichen, die der Benutzer schnell / intuitiv lernen und einsetzen kann

Manipulation per Sprachbefehl

Selektion per Blick-Bewegung

A6. Wie können wir den kollegialen Austausch fördern?

a. Wie können wir dem Erfahrenen Gelegenheit bieten, sein Wissen weiterzugeben?

Device darf auch in der Freizeit, z.B. in der Mittagspause genutzt werden, um (neue) AR-Funktionen gemeinsam zu testen, z.B. bestehende Funktionen / Schulungstutorials oder auch Games und kollaborative Funktionen, z.B. Mittagessen im AR-Shop bestellen

Der erfahrene Kollege meldet sich als "Assistent" und kann so per Kurzwahl direkt mit jemandem über das Device verbunden werden. Der Benutzer sieht sofort, dass der Kollege online als Assistent zur Verfügung steht.

Eine Liste der Zuständigkeiten in Bezug auf Auftrag (COC, Team-Kollegen) wird als Rotationskartei dargestellt. Diese kann genutzt werden, um sich mit entsprechendem Fachspezialist in Verbindung zu setzen

Über das Device "sieht" der erfahrene Kollege was der Benutzer sieht und kann ihm Hinweise per Voice geben bzw. direkt im Sichtfeld "zeichnen"

A7. Wie können wir die Lösung für unterschiedliche Witterungsbedingungen optimal gestalten?

Device ist robust genug, darf auch mal herunterfallen, evtl. mit Schutzhülle ausstattbar

Device kann auch mit Handschuhen bedient werden

Wir haben keinen Einfluss

Device funktioniert bei allen Lichtverhältnissen

Leicht abnehmbar

Device ist wasserdicht

Hitzebeständig

Rutschfest

B1. Wie können wir den Benutzern einen Weg bieten, den Auftrag zu bestätigen, ohne zurückrufen zu müssen?

a. Wie können wir zusehen, dass von Anfang an alle wichtigen Infos im Auftrag dabei sind?

Auftragsstatus kann bei Bedarf über AR-Device angegeben werden, Schnittstelle zu SAP

Benutzer kann mit OMC kommunizieren

Benutzer kann Ticket-Nr. zum Pikett-Auftrag über AR-Device abrufen und erhält automatisiert alle relevanten Infos wie Schemen und Orientierungspläne zum Auftrag, bzw. eine Liste mit Vorschlägen zur Auswahl

Auftrag bestätigen/starten: Benutzer loggt sich auf Device ein und sieht anstehenden Auftrag bzw. Störungsmeldung. Diesen steuert er an und erhält weitere Infos dazu, entweder per Voice oder visuell, inklusive was/wo/mit wem/etc. Er kann den Auftrag bestätigen

Auftrag beenden: Benutzer gibt per Sprachbefehl an, Auftrag erledigt zu haben. Bevor Ticket geschlossen werden kann, muss Benutzer eine virtuelle Checkliste durchgehen, um sicher zu stellen, dass 1) Problem diagnostiziert wurde, 2) Reparatur eingeleitet wurde, 3) Ersatzteile bei Bedarf bestellt wurden.

B2. Wie können wir den Informationsfluss erleichtern, ob das zu ersetzende Teil aus dem Inventar vorrätig ist oder bestellt werden muss? (Schneller, ohne zurück ins Büro zu müssen, damit Auftrag geschlossen werden kann)

Sobald eine Komponente ersetzt werden muss, kann der Benutzer über AR-Device prüfen, ob das Ersatzteil vorrätig ist oder bestellt werden muss

Wenn es bestellt werden muss, kann der Benutzer direkt am Einsatzort die Bestellung auslösen

Bei einer gewissen Nähe zum Device, geht Device davon aus, dass ein Gegenstand identifiziert werden soll und blendet dazu Informationen (z.B. welches Teil, Bestand am aktuellen Bahnhof) dezent ein (z.B. oben rechts ausserhalb vom direkten Blickfeld). Falls der User mit diesen Infos etwas weiter anfangen möchte (z.B. Bestellung auslösen), steuert er diese jederzeit per Blick an.

AR-Device kann Bezeichnung (Nr.) der Komponente scannen und automatisiert den Bestand prüfen

Wenn es vorrätig ist, wird der Ort, bei Bedarf mit Wegbeschreibung angegeben, wo es gelagert wird

Benutzer hält Teil vorm Device und fragt per Sprachbefehl "Teil identifizieren". Nachdem das System das Teil richtig identifiziert hat, erkundet sich der Benutzer per Sprachbefehl "Teil status", ob das Teil vorrätig ist oder nachbestellt werden müsste.

B3. Wie können wir die Prozesse zur Nachbearbeitung ohne Medienbrüche gestalten?

Schritt-für-Schritt-Anleitung (Wizard) zur Nachbearbeitung auf dem AR-Device anbieten

Benutzer kann bei Bedarf den Zeitpunkt vom Beginn bis zum Abschluss des Auftrags auf dem AR-Device setzen und die Zeiterfassung automatisiert eingeben

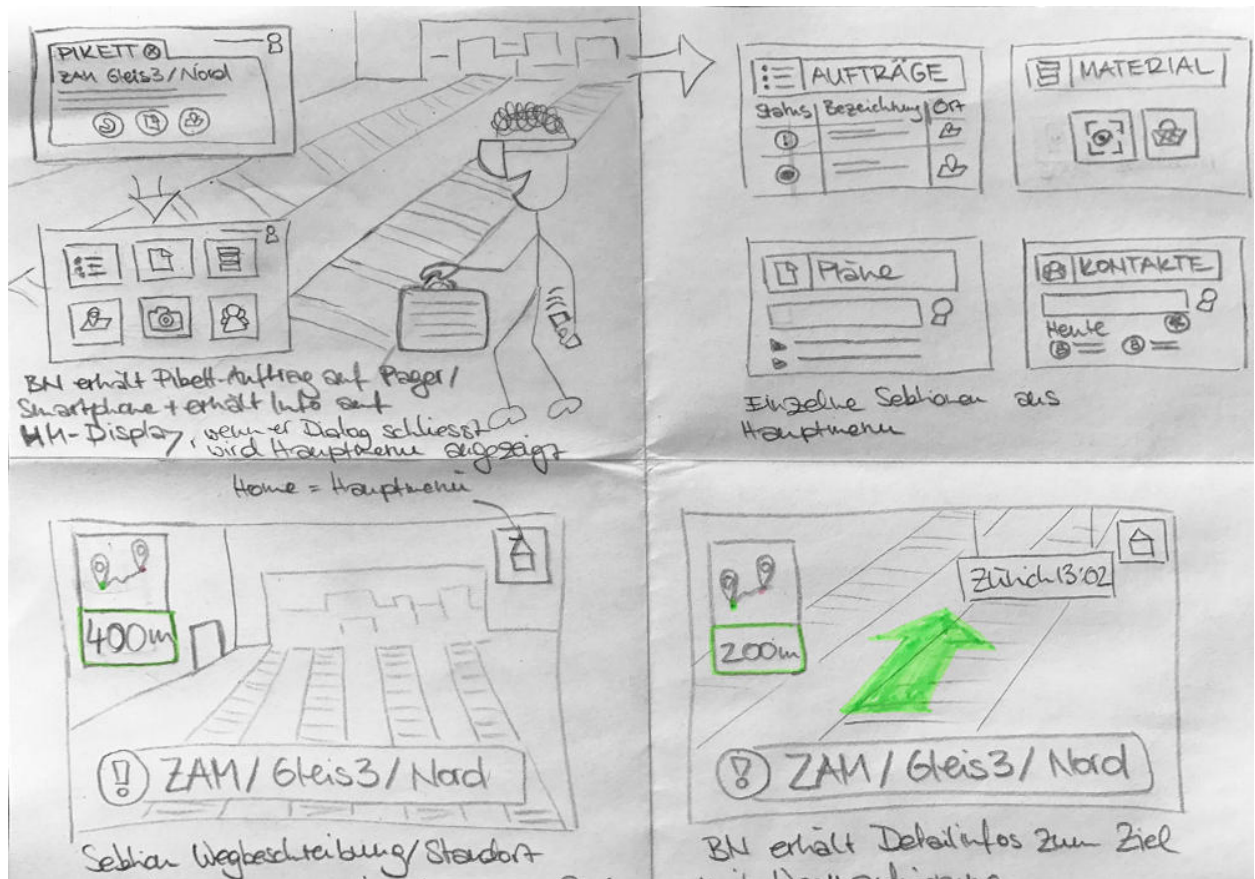
Benutzer muss Zeit nicht mehr rapportieren. Zeit wird zwischen "Auftrag starten" und "Auftrag beenden vom Device automatisch erfasst. Die abgelaufene Zeit kann jederzeit abgerufen werden, z.B. per Sprachbefehl "Timer".

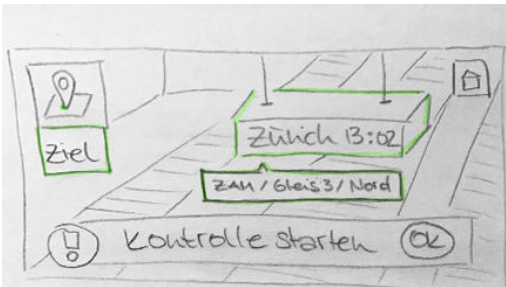
Benutzer kann bei Bedarf den Status zum Auftrag, den Bestellprozess von Ersatzteilen und das Protokoll zum Pikett-Auftrag auf dem AR-Device erledigen, ohne zurück ins Büro zu müssen

Sobald Benutzer Infos zum entsprechenden Teil ansteuert (siehe vorherige Slide), kann er auswählen, dass dieses bestellt werden sollte. Das Device weiss aufgrund des Auftrags, an welchen Bahnhof dieses geschickt werden sollte. Benutzer bestätigt.

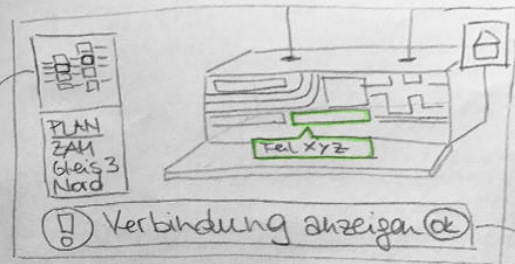
9 Konzept 1. Iteration

9.1 Konzeptskizzen

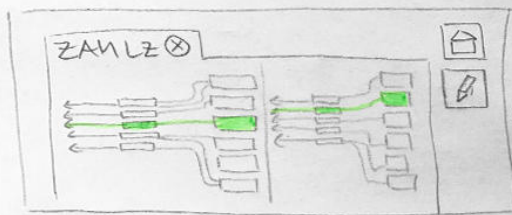




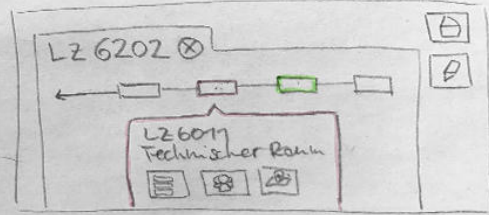
Wenn er am Einsatzort angekommen ist, wird das Element markiert, welches repariert werden muss + Beschriftung, danach AVOR + Kontrolle starten



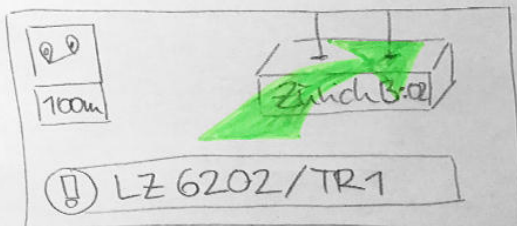
Wenn der BN mit HM-Display eine Komponente anvisiert, erhält er die Bez. als Info und das Teil wird gehighlight + Plan für Übersicht wird angezeigt



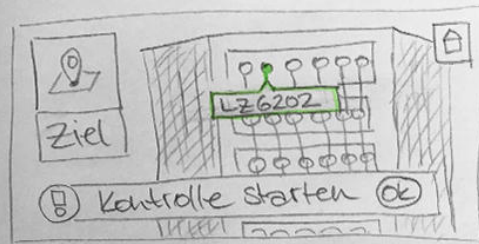
Pläne können aufgerufen werden + Verbindung in Gesamtübersicht wird angezeigt



Wenn die Einzelverbindung angezeigt wird, erhält der BN Zusatzinfos: Material nachbestellen, Experten kontaktieren, Standort anzeigen



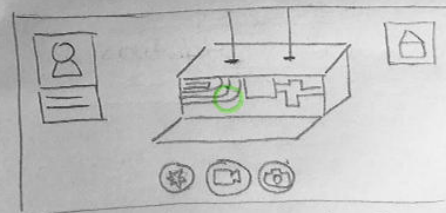
Bei Standort anzeigen wird der Weg zum nächsten OT mit Verbindungselement angezeigt



Das Kabel zur Verbindung wird für die Kontrolle gehighlightet. Die Reparatur kann starten.



In einer Foto-Datenbank können Fotos zu korrekten Elementen abgelegt werden mit GPS-Ordnung -> Fotos aufnehmen



Über Karte kann der BN einen Experten ins Feld holen, der den Kontext einsehen und Markierungen im Umfeld machen kann

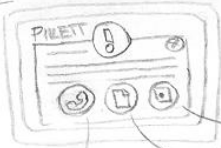
① Antrag entgegennehmen

V1

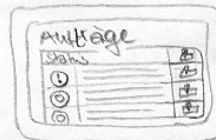


- Benutzer erhält Pibett-Auftrag via Pager/Smart-Phone von OTC und mit zurück

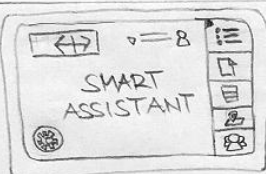
V2



- Benutzer erhält auf seinem AR-Tablet eine Nachricht zum abnehmen Pibetteinsatz Standort bis zum Ziel aufrufen und dann zurückrufen die Pöle zum Auftrag sichten

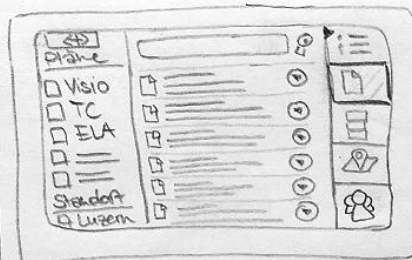


- wenn Pibett-Dialog geschlossen wird, erhält Benutzer eine Übersicht aller Aufträge mit Statusanzeige: Pibett/Installation und Planen + Absprung Standort



- Auftragsübersicht
- Pläne
- Material
- Standort
- Telefon/Skype

Der Benutzer erhält ein Tablet mit AR-Kamera und Menu auf der Startseite mit den wichtigsten Funktionen und kann sein Benutzerprofil konfigurieren, einloggen/ausloggen



Wenn Pläne zum Auftrag fehlen, kann der Benutzer selbstständig im eSpace mit Filterfunktionen danach sehen

② Einsatzort erreichen + Kontrolle starten



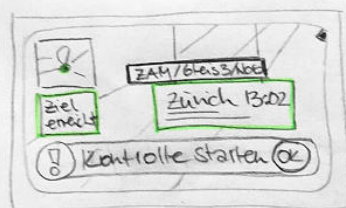
Ein Icon rechts unten auf dem Display führt den Benutzer zum abnehmen Pibett-Auftrag Menu ist ein/ausblenkbear

Sobald der Benutzer auf "Standort" takt, erhält er eine Ansicht vom Umfeld, wo er sich befindet und eine Miniaturkarte zur Übersicht mit Entfernung zum Ziel

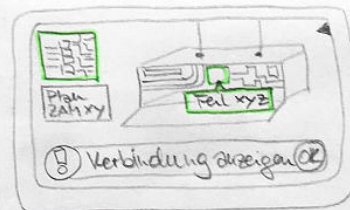


Menu ausgeblendet

Die Wegbeschreibung zum Einsatzort wird über transparente Pfeile markiert und die Entfernung wird aktualisiert. Bei Bedarf kann der Benutzer eine Kurzbeschreibung vom Auftrag mit Zielort zum deblenden Teil einblenden

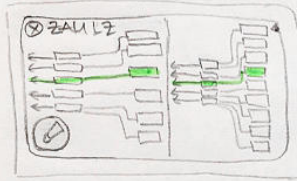


Sobald der Benutzer seinen Einsatzort erreicht hat, wird dieser markiert und die Meldung "Ziel erreicht" erscheint. Nun kann er sich vorbereiten (Hebelhöhe) und abschliessend die Kontrolle starten -> OK Tab

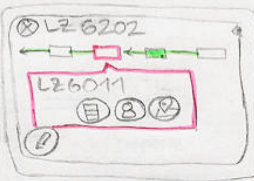


Wenn der Benutzer mit dem Tablet einzelne Komponenten anvisiert, wird ihm die Bezeichnung angezeigt und er kann die Verbindungen nachverfolgen -> OK Tab, Alternativ kann er den gesamten Plan aufrufen

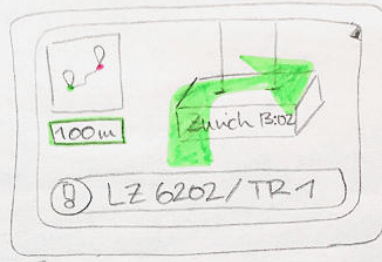
③ Verbindung anzeigen



Benutzer kann eine Übersicht vom gesamten Plan anzeigen lassen, wo Verbindung wartet ist und zoomen + Notiz

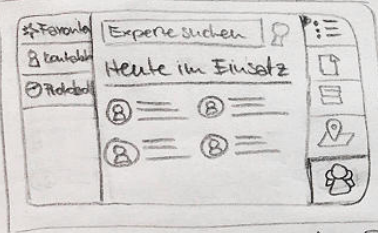


Benutzer kann Einzelverbindung anzeigen lassen mit Zusatzfunktionen + Ersatzteil / Experte / Wegbeschreibung

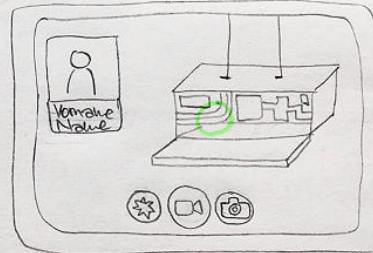


Wenn der Benutzer zur Wegbeschreibung abspringt, erhält er den gleichen View wie zu Beginn beim Auftragsstart und wird zum nächsten Einsatzort geleitet

④ Experten kontaktieren

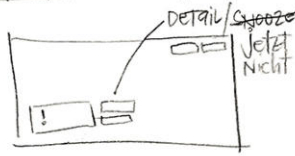


Im Hauptmenü kann der Benutzer jederzeit einen Spezial durchzuführen mit einem Experten. Im Telefonbuch sieht er, wer im Einsatz ist und kann auch Familien, alle historischen Kontakte auswählen



Wenn der Benutzer mit einem Experten Kontakt aufgenommen hat, kann dieser Markierungen im Kontext vornehmen. Der Benutzer kann auf Fotos aufnehmen und den Experten als Favoriten markieren

AUFTRAG BEGINN



WORKING, GETS NEW AUFTRAG

Bestätigen, Rückmit,



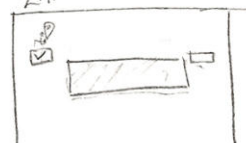
Detail Aufträge/Auftrag
ACCEPT AUFTRAG

AUFTRAG WEITER

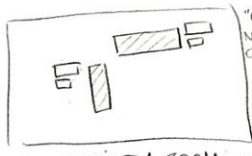


INITIATE AUFTRAG, ORIENTIERUNGSMODUS, NAVIGATE TO CHECKPOINT 1

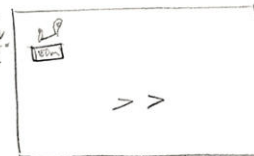
ZAM



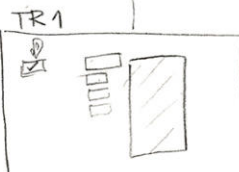
CHECKPOINT 1 ZIEL ERWEICHT ORIENTIERUNGSMODUS



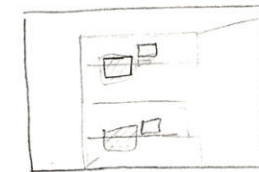
CHECKPOINT 1 ZOOM
ARBEITSMODUS
Highlight cable, Converter, etc...



PROBLEM IDENTIFIED?
NO? CONTINUE AUFTRAG
ORIENTIERUNGSMODUS
Navigate to checkpoint 2



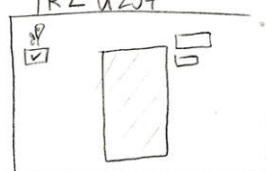
CHECKPOINT 2 ZIEL ERWEICHT ORIENTIERUNGSMODUS



CHECKPOINT 2 ZOOM
ARBEITSMODUS
highlight cable



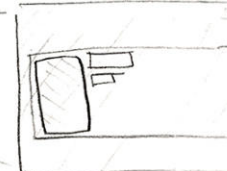
PROBLEM IDENTIFIED? NO?
CONTINUE AUFTRAG
ORIENTIERUNGSMODUS



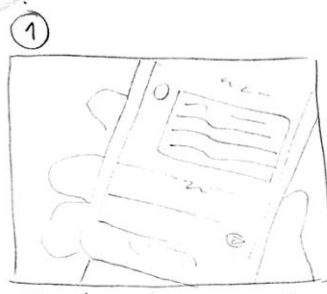
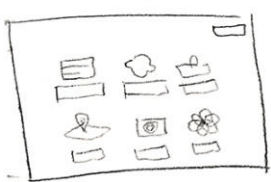
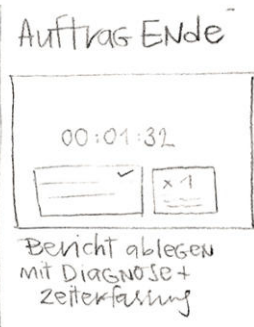
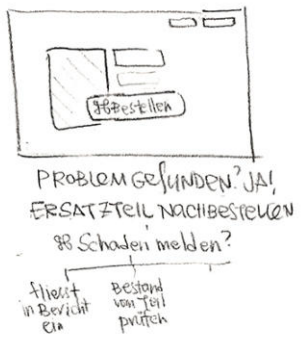
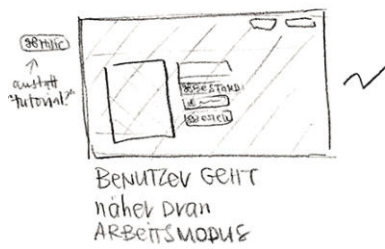
CHECKPOINT 3 ZIEL ERWEICHT ORIENTIERUNGSMODUS



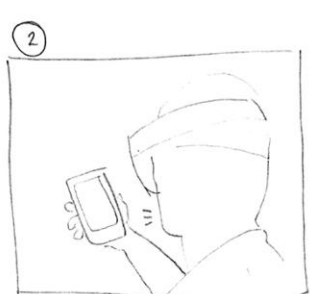
CHECKPOINT 3 ZOOM
ARBEITSMODUS



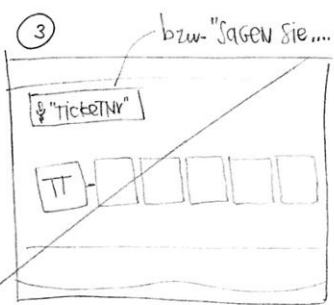
BENUTZER GEHT NÄHER DVAN ARBEITSMODUS



Mittwoch Vormittag, Face aufs Netz, trouble Ticket. Kevin ist schon am Bahnhof (bzw. in der Nähe)

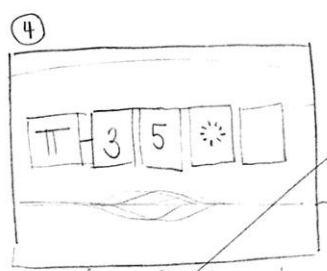


Holt sich Hebebühne & Bülle. Nutzt Ruhe im Abstellkammer, um Device in Kenntnis zu setzen



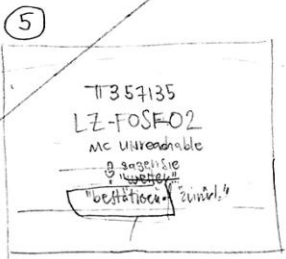
Das device fordert Kevin auf, die TicketNr. anzugeben.

↓ sprechen
»
BV

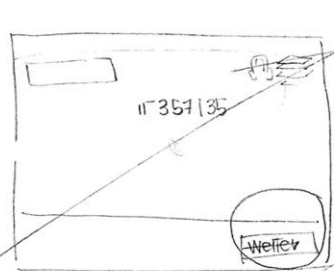


Sobald er anfängt zu reden, sieht er unten eine Rauschkurve

line könnte immer wachsen und schrumpfen



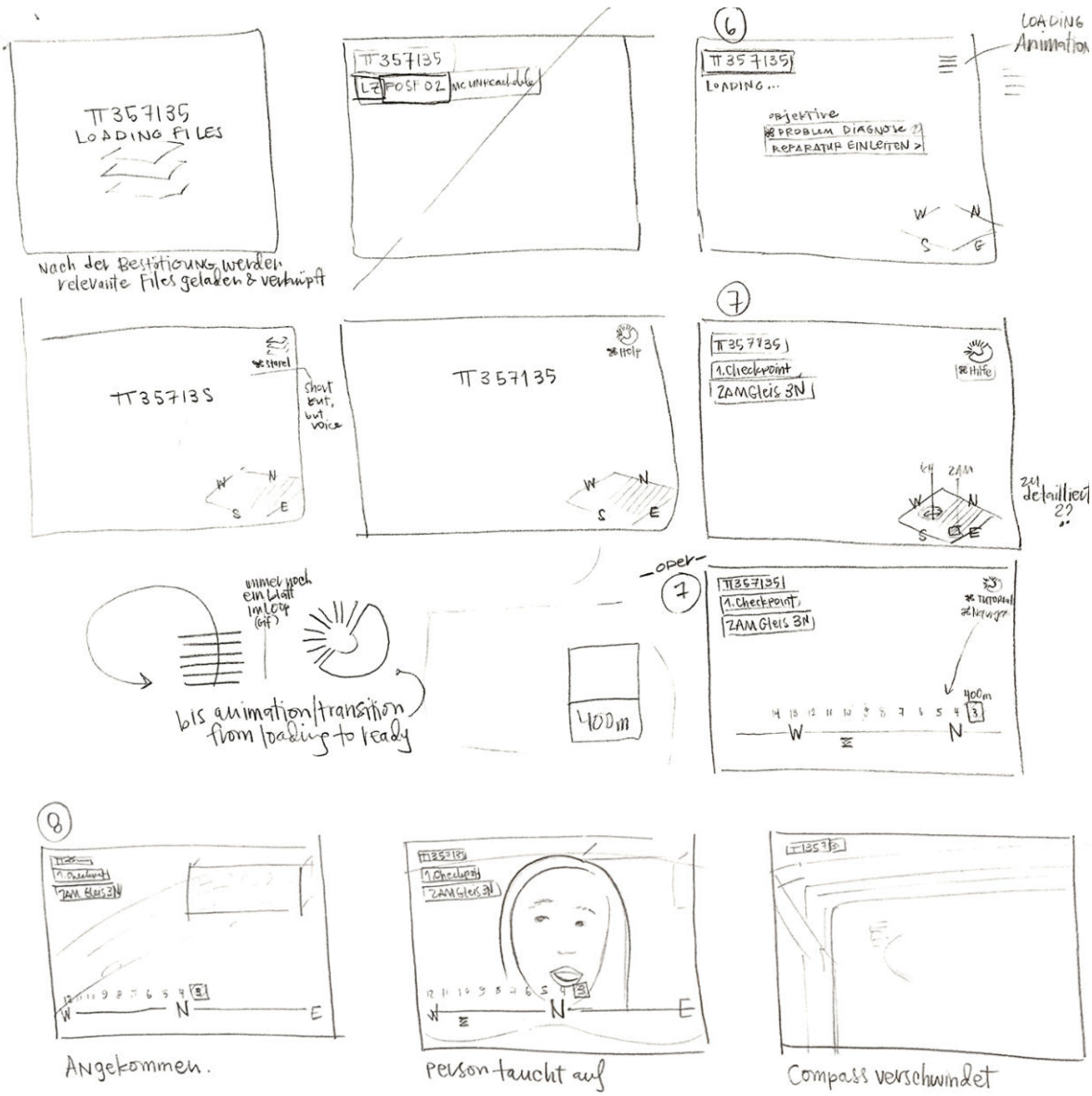
line appears around option when makes turning it in that moment in a button or speed



Stopfen "Rotationkartei"

← 9/9 chat? Nein, glaub es nicht verschwindet

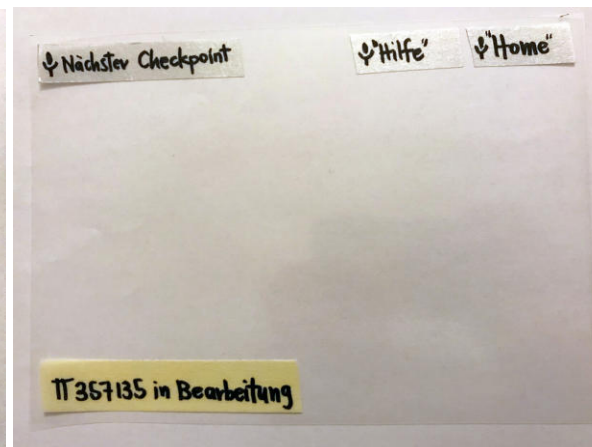
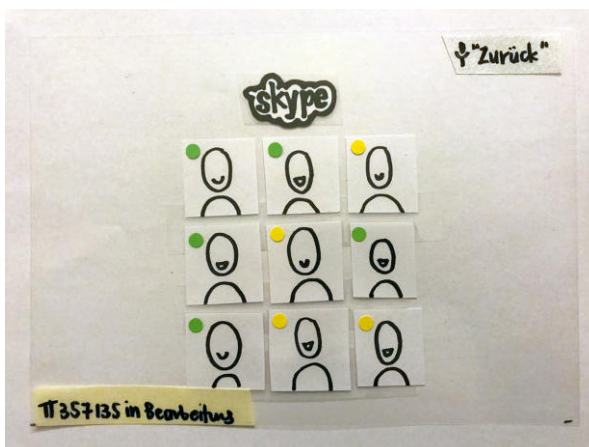
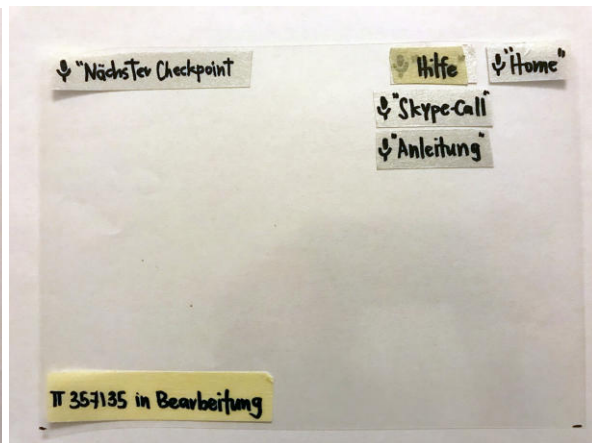
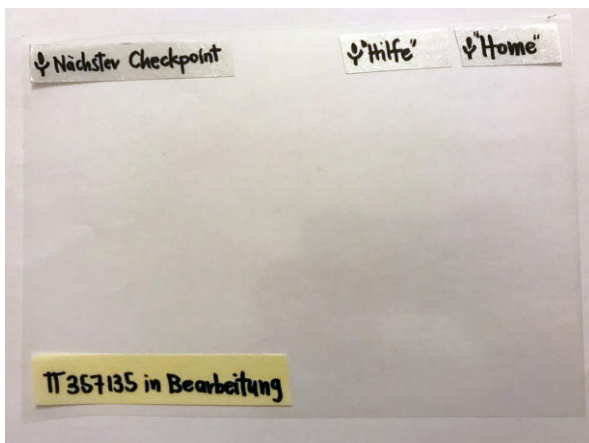
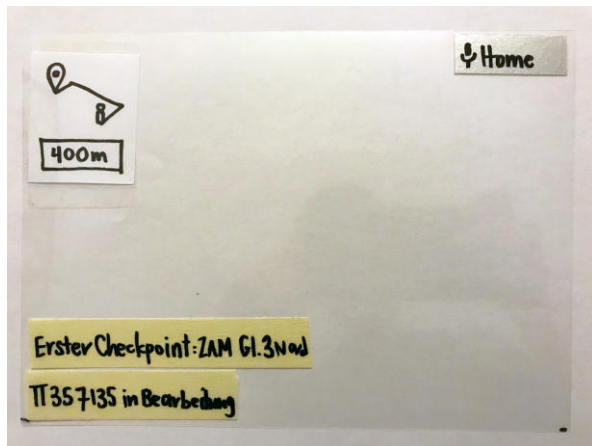
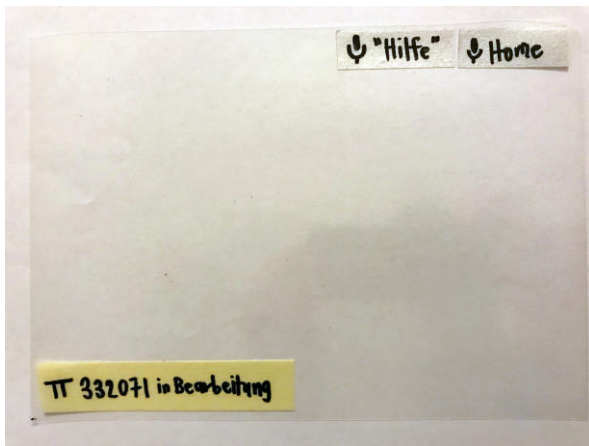
bestätigen

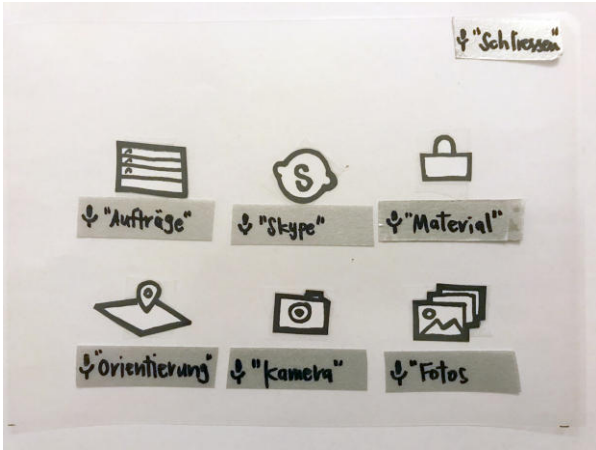
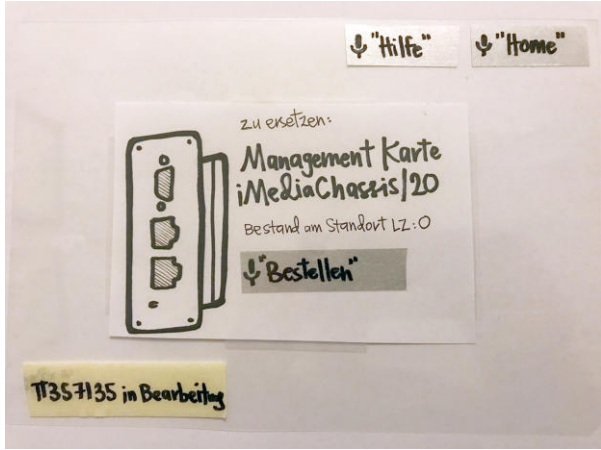
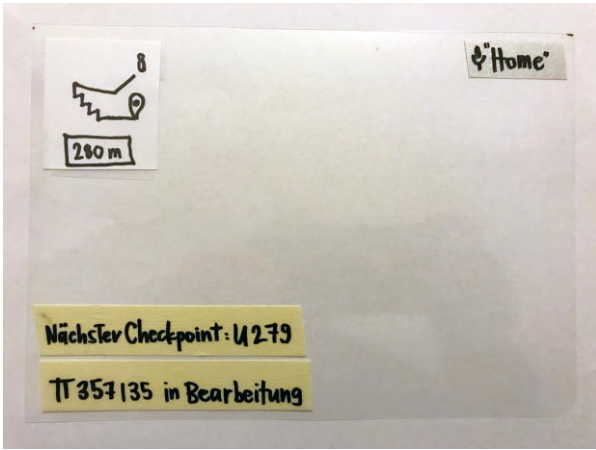


9.2 Ausarbeitung Prototypen

9.2.1 Brillenprototyp

Folien (Vordergrund)



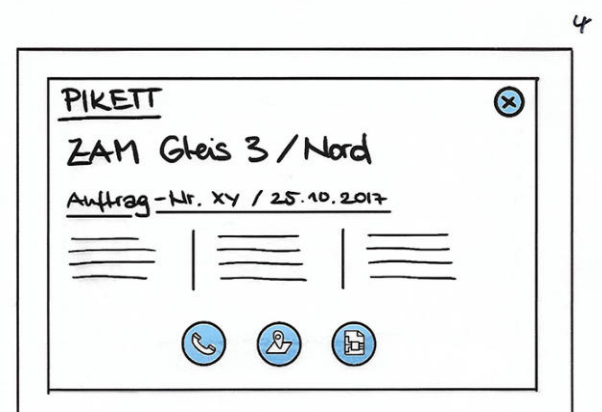
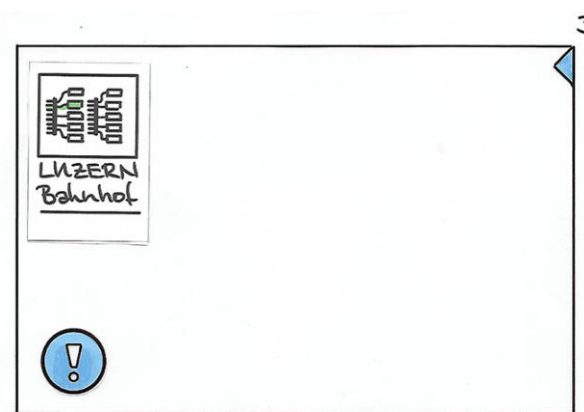
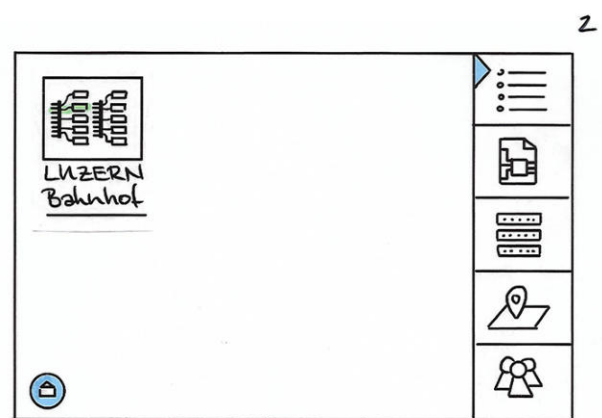
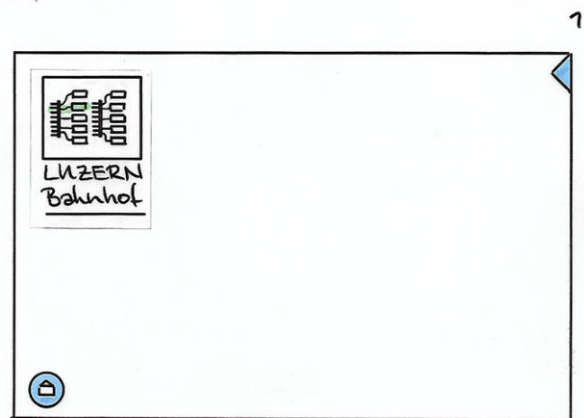
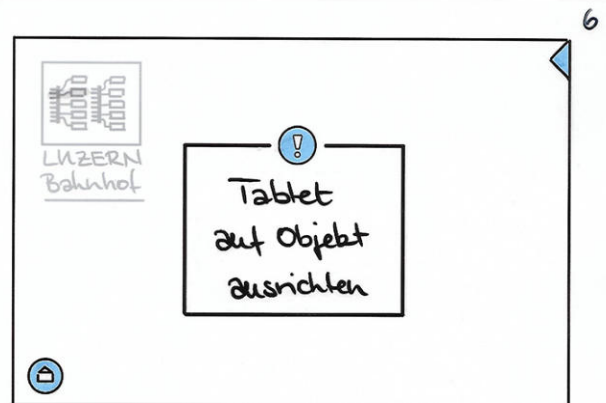
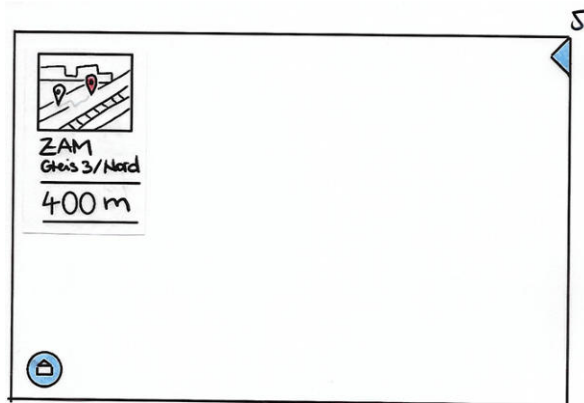


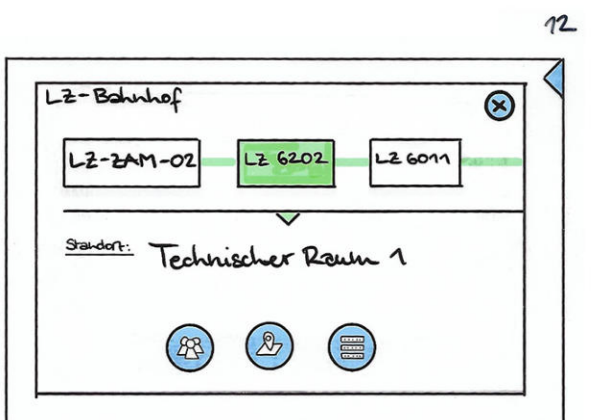
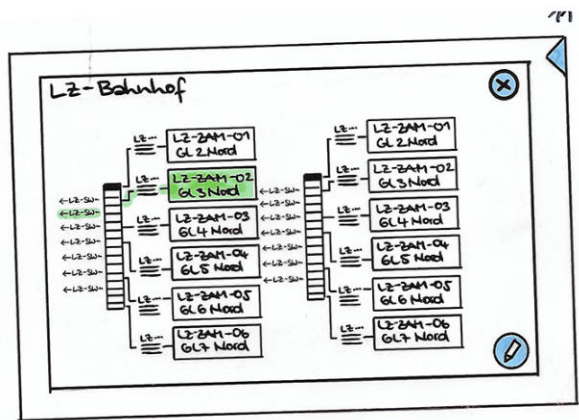
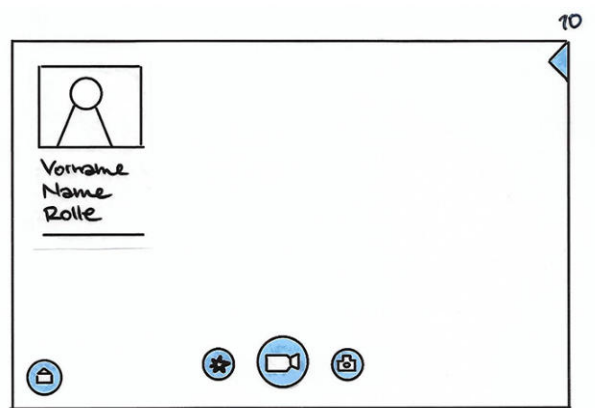
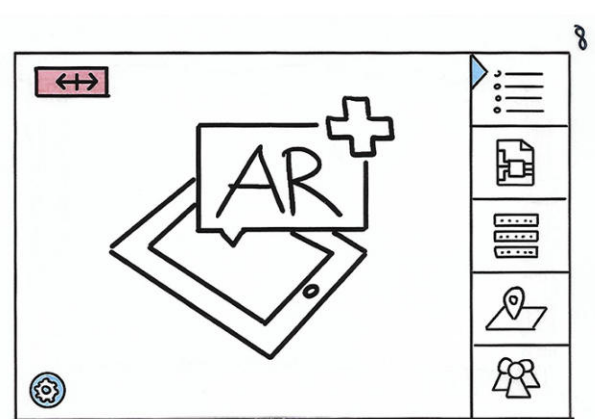
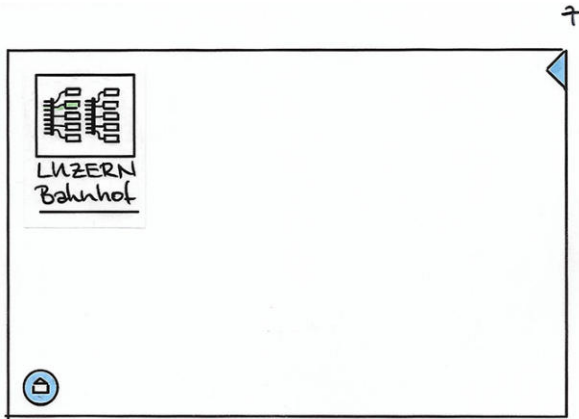
Hand-drawn AR interface for a table of current orders. The table has columns for "Datum", "Ticket", and "Status". It lists two orders: one from 25.10.2017 with ticket TT357135 (status: abgeschlossen) and one from 23.10.2017 with ticket TT332071 (status: in Bearbeitung). There are also buttons for "zurück" and "eins" through "fünf".

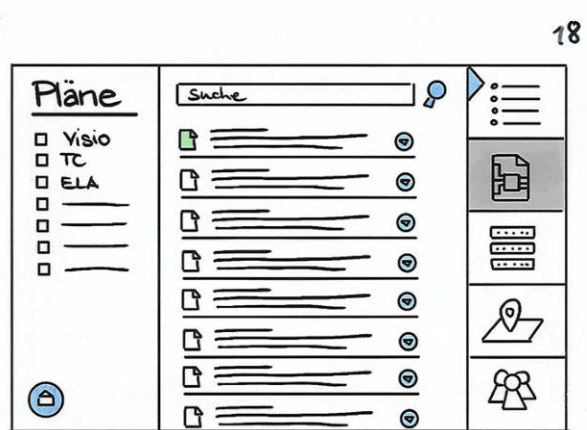
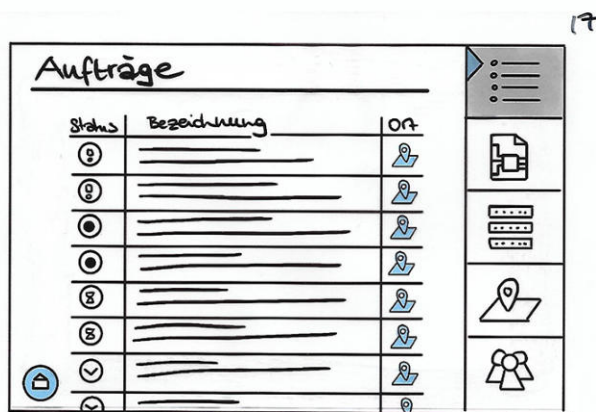
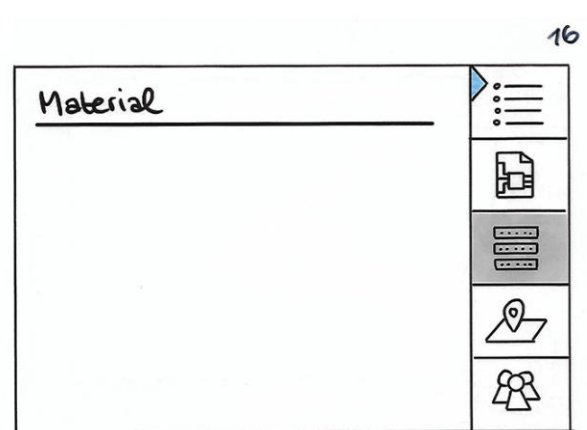
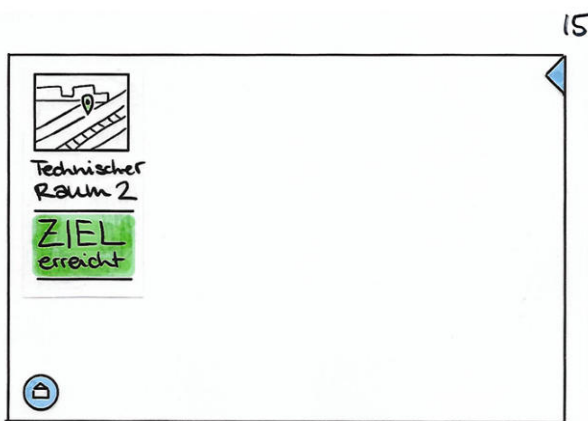
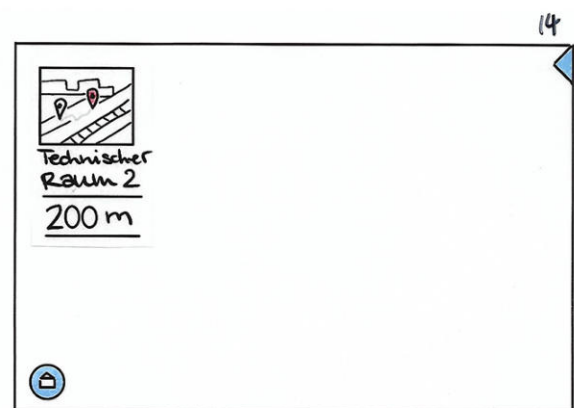
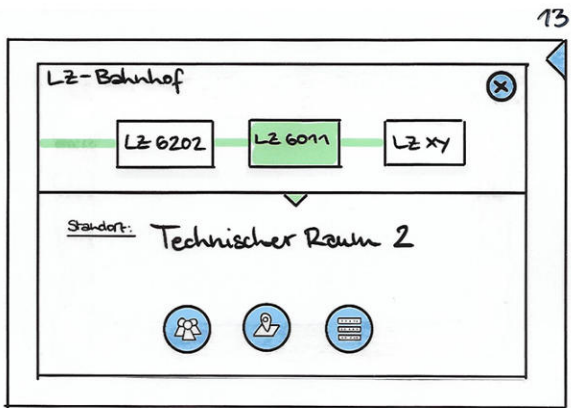
Datum	Ticket	Status
25.10.2017	TT357135	abgeschlossen
23.10.2017	TT332071	in Bearbeitung
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

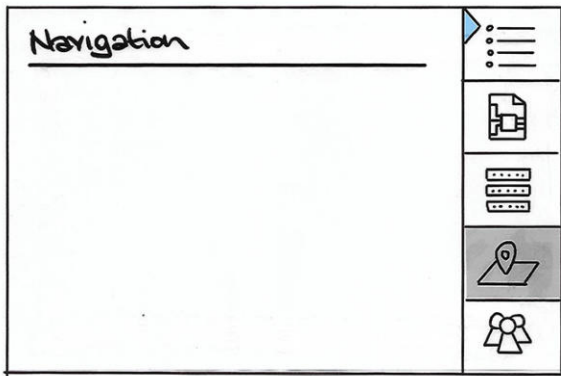
9.2.2 Tablet-Prototyp

Folien (Vordergrund)

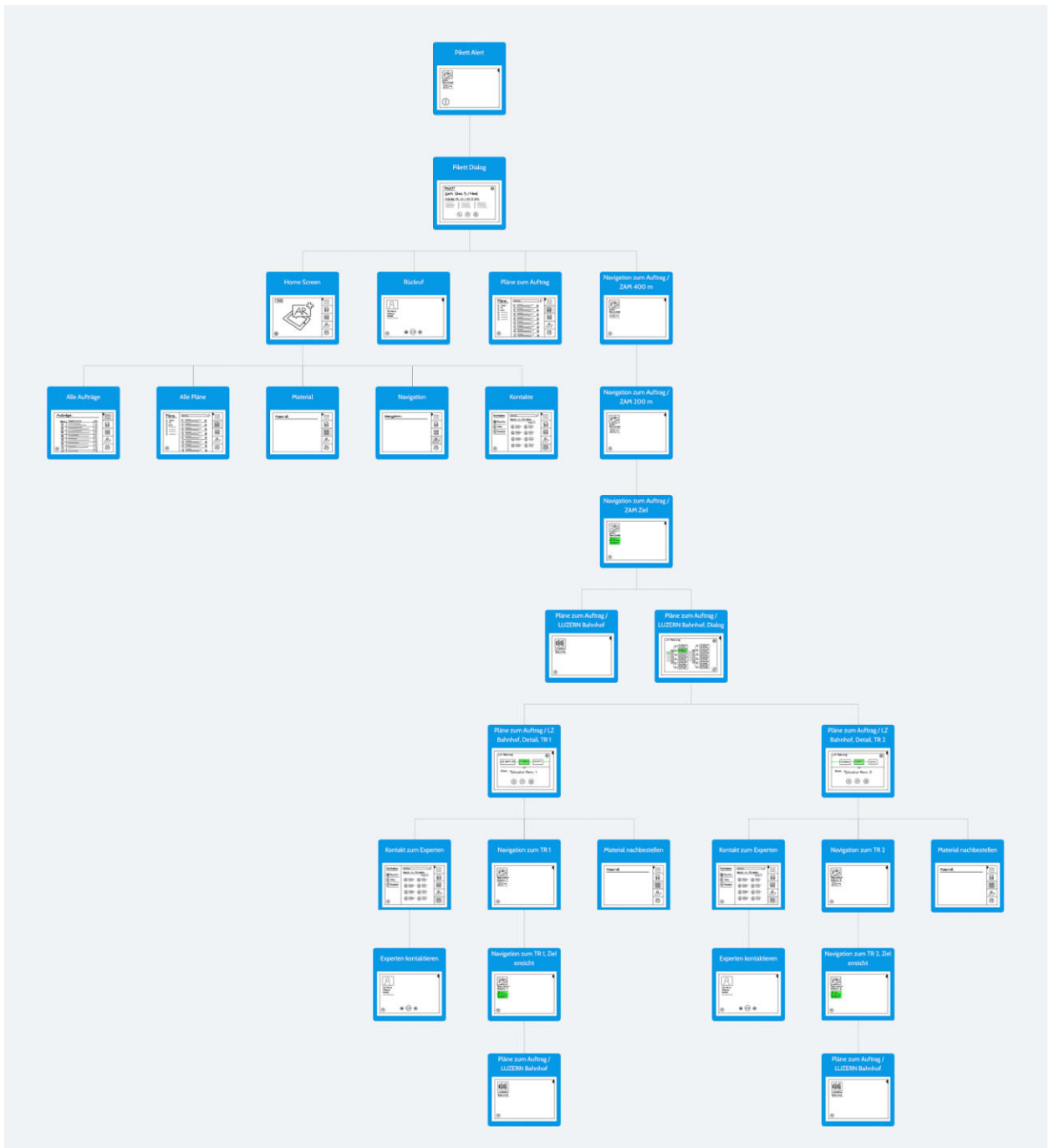








Screen-Flow



9.2.3 Beide Prototypen

Mittelgrundelemente



10 Validierung 1. Iteration

10.1 Testskript Usability Walkthrough

SBB AR Assistance, 60 Minuten

10.1.1 Einleitung

Ich freue mich, dass du heute Zeit gefunden hast, um mit mir zusammen unseren Prototypen anzuschauen. Wir werden heute zwei Prototypen in jeweils ca. 20 Minuten testen. Vorher gibt's einige allgemeine Fragen und abschliessend ein paar Fragen nach beiden Tests.

Was heisst Prototypen testen? Wir arbeiten gerade konzeptionell an einer Augmented Reality Lösung, die Instandhaltungsarbeiten im eurem Team unterstützen soll. Der Prototyp ist noch sehr einfach, sprich: das Erlebnis wird sich noch nicht realistisch anfühlen. Heute möchten wir nur herausfinden, ob der aktuelle Stand des Prototypen eurem Workflow entspricht und ob euch ein solches System nützlich sein könnte.

Wichtig ist: Nicht du wirst getestet, sondern der Prototyp. Es ist unmöglich, dass du etwas Falsches tust oder sagst. Wenn etwas nicht klappt, liegt es ganz sicher am Prototypen. Wir wollen genau wissen, was in deinem Kopf vorgeht, und wenden darum auch die «Laut-Denken»-Methode an. Versuche, alles laut zu sagen, was du gerade tust und siehst und was du gut oder schlecht findest.

Hast du jetzt gerade noch Fragen?

10.1.2 Beobachtungsfokus (TP = Testperson)

- Was sieht der TP und wie interpretiert er dies?
- Versteht TP den Setup mit Kontext/Brille/beweglichen Teilen?
- Versteht TP wie er (z.B. per Sprachsteuerung) mit dem System interagieren kann?
- Was war gut und was wenig verständlich?

10.1.3 Interview am Anfang

- Was ist deine Berufsbezeichnung?
- Wie lange arbeitest du in der Rolle bei der SBB? Würdest du dich als «erfahren» bezeichnen?
- Ist der Luzerner Bahnhof dein «Heimbahnhof» sozusagen? Wo bist du sonst im Einsatz?
- Wann hast du das letzte Mal Pikettdienst gehabt und wie oft machst du diesen?

- Hast du schon mal einen Auftrag zur Reparatur eines ZAMs ausgeführt?

10.1.4 Szenarien

Szenario 1: Auftrag starten

A. Seit zwei Tagen hast du wieder mal Pikettdienst. Während du gerade an einem bestehenden Auftrag arbeitest, bekommst du eine Störungsmeldung. Du möchtest erfahren, worum es bei dem neuen Auftrag geht. Wie gehst du vor?

B. Der neue Auftrag hat aus deiner Sicht Priorität. Du möchtest den laufenden Auftrag pausieren und den neuen starten. Wie machst du das?

Szenario 2: Experte kontaktieren

Jetzt bist du am ZAM und hast schon geprüft, ob es sich um ein Netzwerkproblem handelt. Du kannst dies aber nicht gerade feststellen und möchtest deshalb einen Kollegen von Elektro kontaktieren. Wie gehst du da vor?

Szenario 3: Relevantes Material erkennen

Im ersten Technikraum angekommen, möchtest du die Glasfaserkabel prüfen. Wie machst du das?

Szenario 4: Navigieren

Du bist im ersten Technikraum nicht fündig geworden. Du müsstest die Verbindung weiterverfolgen zum nächsten Technikraum. Wie machst du das? Wie kommst du dahin?

Szenario 5: Ersatzteil bestellen

Das Problem hast du identifiziert: Die Management Karte am Chassis scheint defekt zu sein. Jetzt möchtest du ein Ersatzteil bestellen. Wie gehst du vor?

Szenario 6: Zum alten Auftrag zurückfinden

Den Auftrag hast du erledigt, Ersatzteil nachbestellt. Nun möchtest du zur Übersicht deiner Aufträge, um den noch offenen Auftrag zu Ende zu machen. Wie gehst du vor?

10.1.5 Interview zum Schluss

Brillenprototyp

- Was findest du gut/positiv am Prototypen?
- Was findest du schlecht/negativ am Prototypen?
- Wie beurteilst du den Ablauf mit dem System?
- War dir klar, wie du mit dem System interagieren konntest?

- War dir immer klar, was du siehst? Hast du die Elemente einordnen können?
- Wie beurteilst du die Notwendigkeit der Informationen, die du gesehen hast?
- Würdest du es begrüßen, so unterstützt zu werden?
- Könntest du dir vorstellen, mit einer solchen Lösung täglich zu arbeiten?
- Wie lange, denkst du, könntest du mit so einer Lösung am Stück zu arbeiten?

Tablet-Prototyp

- Was findest du gut/positiv am Prototypen?
- Was findest du schlecht/negativ am Prototypen?
- Wie beurteilst du den Ablauf mit dem System?
- War dir klar, wie du mit dem System interagieren konntest?
- War dir immer klar, was du siehst? Hast du die Elemente einordnen können?
- Könntest du dir vorstellen, mit einer solcher Lösung täglich zu arbeiten?
- Wie lange, denkst du, könntest du mit so einer Lösung am Stück zu arbeiten?

Beide Prototypen

- Welches Gerät war für dich leichter zu bedienen? Tablet oder Brille?
- Welches Gerät hast du bei der Erledigung der Tasks angenehmer empfunden?
- Wie wichtig ist es für dich, hands-free arbeiten zu können?

10.2 Auswertung

Zuerst zeigen wir einen Überblick der Resultate auf, der nach Themen gruppiert ist. Im Anschluss findet sich eine Tabelle mit allen Findings, sortiert nach den Fragen.

10.2.1 Vergleich Konzepte

<i>Was gut funktioniert: erfolgreiche Faktoren</i>	
Konzept 1: Nichtlinear, ‹Schnitzeljagd›	Konzept 2: Explorativ, ‹Erkundungstour›
Die vorgegebene Reihenfolge von Schritten im Workflow hat vor allem bei weniger erfahrenen bzw. fachfremden Mitarbeitern gut funktioniert (TP 3, 5)	<p>Alle TPs haben sich in der Feedback-Runde für einen flexiblen Workflow ausgesprochen, der nicht strikt vordefiniert ist.</p> <p>Alle TPs haben verstanden, dass sie nach Eingang des neuen Tickets entweder einen Anruf tätigen bzw. eine Orientierungshilfe oder ein Schema aufrufen können.</p>
Beide Konzepte	
<p>Einen klaren Mehrwert haben sie beim Skype Call gesehen. Damit könnten sie beim OMC einen neuen Auftrag bzw. den erfolgreichen Abschluss desselben bestätigen lassen sowie Kollegen vom Elektro-Team/Experten vom COC im Laufe der Arbeit zur Unterstützung kontaktieren.</p> <p>Drei TPs (2, 4, 5) haben den Prototypen als hilfreich empfunden, wenn sie auf Informationen bzgl. Navigation, Plänen, Verbindungen oder Kontakt situativ angewiesen sind – quasi als Ersatz für das heutige Schema und/oder um die betroffenen Teile im Schrank/ZAM mit AR hervorzuheben.</p>	
<i>Was schlecht funktioniert: kleinere Probleme und Hinweise</i>	
Konzept 1: Nichtlinear, ‹Schnitzeljagd›	Konzept 2: Explorativ, ‹Erkundungstour›
In Bezug auf die Mittelgrundelemente haben sich 3 von 5 TPs eine Funktion zur Ausblendung von AR-Elementen gewünscht. Einer hat vor lauter Elementen im Vordergrund die Mittelgrund-Elemente teilweise übersehen (TP 4).	Insgesamt waren die Icons etwas schwierig zu deuten. Vor allem das Dreieck/der Pfeil (global), Material und Aufträge (im Menü) waren schwer auf Anhieb erkennbar.
Beide Konzepte	
<p>Es wäre sicher für das OMC eine Entlastung, wenn ein Ticket angenommen werden könnte, ohne anrufen zu müssen (TP 2).</p> <p>Wir sind mehrfach darauf hingewiesen worden, dass das Ticket eher nicht nur bei der Bestellung von Material als abgeschlossen gelten darf (TP 3, 5)</p> <p>Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie sie woanders in der Region nützlich.</p>	

Der Wortlaut der Beschriftungen der beweglichen Teile im AR-View hat wie Aufforderungen gewirkt (z.B. «Material ersetzen») (TP4).

Eher selten müssen sie ein Ersatzteil neu bestellen. Meistens ist das Teil schon auf Lager und der Vorrat soll danach wieder aufgefrischt werden. Von daher wäre es schön, wenn eine automatisierte Nachbestellung erfolgte. (TP 2)

Zwei TPs haben das Schema in der vergrößerten Ansicht für unnötig gehalten. Die angezeigten AR-Infos hätten ihnen gereicht (TP 1).

Die Verknüpfung mit weiteren Quellen (Dinar, Filer) haben TPs begrüsst. Allerdings müssten sie weiterhin den Laptop PC als Arbeitsgerät dabei haben, um sich in die Geräte zur Reparatur derselben einloggen und diese effektiv durchführen zu können.

Wichtig wäre auf jeden Fall, die Symbole zu beschriften, damit sich besser erahnen lässt, was sich dahinter verbirgt.

Was noch nicht funktioniert: erfolgskritische Probleme

Konzept 1: Nichtlinear, «Schnitzeljagd»

Auch wenn alle TPs einen Mehrwert darin sehen, dass die entsprechende Verbindung gekennzeichnet wird, ist mindestens zwei TPs unklar gewesen, dass dies unsere Absicht mit dem Prototypen gewesen ist (Mittelgrundelemente).

Alle TPs haben sich in der Feedback-Runde für einen flexiblen Workflow ausgesprochen: Sie sollten selbst entscheiden können, wo sie anfangen und in welcher Reihenfolge sie die Schritte absolvieren.

Konzept 2: Explorativ, «Erkundungstour»

Es ist unklar gewesen, ob TPs den Unterschied zwischen den globalen und den kontextspezifischen Elementen des Interfaces verstehen (z.B. Home/Pfeil > Navigation vs. Schema > Navigation).

10.2.2 Vergleich Geräte

Was gut funktioniert: erfolgreiche Faktoren

Gerät 1: Datenbrille

4 von 5 TPs* haben die Bedienung per Sprachsteuerung schnell erfasst und konnten diese ohne Mühe anwenden.

Gerät 2: Tablet

Das Tablet empfanden TPs insgesamt als handlich und ihnen geläufig. Einer hat sich als «Handy-Typ» bezeichnet (TP 3) und meinte, er fühle sich deshalb souveräner in Umgang mit dem Tablet, als könnte er «nichts falsch machen».

Was schlecht funktioniert: kleinere Probleme und Hinweise

Gerät 1: Datenbrille

Gerät 2: Tablet

<p>Alle TPs waren eindeutig der Meinung, dass ihr Sichtfeld auf keinen Fall während der Arbeit oder im Gleisbereich beeinträchtigt werden darf. Rein aus Sicherheitsgründen müssen sie sich ihrer Umgebung stets bewusst sein.</p> <p>In Bezug auf die Tragedauer haben die meisten TPs 1-2 Stunden für möglich gehalten, durchgehend, wenn sich die Brille «wie eine normale Brille» oder Sonnenbrille tragen liesse.</p> <p>Zwei Probanden haben gemeint, sie sähen albern aus, wenn sie so ein Teil tragen (TP 1, 4). Auch die «Selbstgespräche» wären ungewohnt (TP 2).</p>	<p>Teilweise würden sie gerne direkt im AR-View interagieren (TP 3, 5).</p>
<p>Beide Geräte</p>	
<p>Was die Mittelgrund-Elemente anbelangt, haben sich die Probanden eine Schärfereinstellung (TP1) bzw. eine Möglichkeit zur Vergrößerung (TP2) gewünscht.</p>	
<p><i>Was noch nicht funktioniert: erfolgskritische Probleme</i></p>	
<p>Gerät 1: Datenbrille</p>	<p>Gerät 2: Tablet</p>
<p>Auch wenn alle TPs einen Mehrwert darin sehen, dass die entsprechende Verbindung gekennzeichnet wird, ist mindestens zwei TPs unklar gewesen, dass dies unsere Absicht mit dem Prototypen gewesen ist.</p> <p>Alle TPs haben sich in der Feedback-Runde für einen flexiblen Workflow ausgesprochen: Sie sollten selbst entscheiden können, wo sie anfangen und in welcher Reihenfolge sie die Schritte absolvieren.</p>	<p>Es ist unklar gewesen, ob TPs den Unterschied zwischen den globalen und den kontextspezifischen Elementen des Interfaces verstehen (z.B. Home/Pfeil > Navigation vs. Schema > Navigation).</p> <p>Nicht «hands-free» zu arbeiten empfinden sie als Einschränkung, sie würden das Tablet situativ einsetzen und wieder ablegen. Es wurden auch Ideen geäußert, wie man das Arbeiten mit Tablet erleichtern könnte (z.B. durch Befestigung am Arbeitsort mit Magneten) (TP 2).</p>

10.2.3 Tabellarische Ansicht aller Ergebnisse

Auswertung Usability Walkthrough SBB Smart Assistant, 25.10.2017		Participant ID					
ID	Thema	Frage	1	2	3	4	5
1	HINTERGRUND INFORMATIONEN		Netzwerkspezialist	Netzwerkspezialist	Netzwerkspezialist	Spezialmonteur TC, Telekommunikation, GSM-R Spezialist, SuperUser	Elektromonteur
1.1	Beruf	Was ist deine Berufsbezeichnung?		17 Jahre	Fast 2 Jahre	16 Jahre	14 Jahre
1.2	Erfahrung	Wie lange arbeitest du in der Rolle bei der SBB?		Ja	Ja	Ja	Ja
1.3	Selbstwahrnehmung	Würdest du dich als "erfahren" bezeichnen?		Ja	Ja	Ja	Ja
1.4	Vertrautheit mit Standort	Ist der Luzerner Bahnhof dein "Heimbahnhof" sozusagen?		Ist der grösste Bahnhof, wo er im Einsatz ist, Standorte, die er nicht kennt, sind nachts nicht leicht zu erreichen	In der Region ist er "zu Hause". Luzern kennt er am besten.	-	Kennt sich aus am Bahnhof Luzern, aber nicht überall
1.5	Einsatzgebiete	Wo bist du sonst im Einsatz?		Strecken Luzern-Wicken / Luzern-Walwil, Sursse bis Seetal, Lenzburg im Einsatz. Kennt nicht alle Standorte auswendig.		Bis Interlaken Ost, Region Zentral-CH	
1.6	Szenario-Kennntnis	Wann hast du das letzte mal Pikettdienst gehabt?			Anfang September		Im September
1.7	Frequenz	Wie oft machst du Pikettdienst?		7-8 Mal im Jahr, jeweils eine Woche		8-10 Mal im Jahr	8-10 Mal im Jahr
1.8	Workflow-Kennntnis	Hast du schon mal einen Auftrag zur Reparatur eines ZAMs ausgeführt?		Ja (ein anderer Kollege hat gemeint, er wäre sehr erfahren in Sachen ZAM)	Nein, noch nicht	Ja	Ja, z.B. PC wechseln
1.9	Fazit pro TP		TP 1 hat die Fragen nicht beantwortet, aber er ist sicher etwas erfahrener.	TP2 ist ein erfahrener Mitarbeiter, der sich gut am Bahnhof Luzern auskennt, aber alle Standorte in der Region kennt er nicht durchweg gut. Vor allem wenn die Einsatzorte versteckt sind oder er einen Nachteinsatz hat, sind die Orte nicht immer leicht zu finden.	TP 3 hat im Vergleich mit den Kollegen weniger Jahre Erfahrung. Noch hat er nie z.B. eine Reparatur am ZAM gemacht. Er arbeitet allerdings schon lange genug, dass er einige Male Pikettdienst absolviert hat. Es können bis zu zwei Monate vergehen zwischen Pikettdienstseinsätzen	TP 4 hat viele Aufgaben im Team — er ist mehrfach spezialisiert und hat langjährige Erfahrung. Er sieht sein Haupteinsatzgebiet als die Region und nicht nur den Luzerner Bahnhof.	TP 5 ist ein erfahrener Elektromonteur, der mit Netzwerkspezialisten teilweise zusammenarbeitet. Die Arbeitsprozesse unterscheiden sich im Piketeinsatz und in der Beschaffung von Informationen zu den Komponenten (z.B. andere Ablagen, andere Pläne/Schemen für ELA).
1.10	Konsolidierung		4 von 5 TPs arbeiten als Netzwerkspezialisten oder dergleichen. Der letztere ist Elektromonteur, arbeitet aber oft mit den Netzwerkspezialisten zusammen. Die Mehrheit der TPs (4 von 5) haben langjährige Erfahrung (≥14 Jahre) und nehmen sich selber als fachkundig wahr. Eine TP ist erst seit knapp zwei Jahren dabei und meint, er kann noch viel von seinen Kollegen lernen. Alle sind quasi zu Hause am Luzerner Bahnhof, sind aber für die Region tätig und kennen sich nicht überall gleich gut aus. Wenn Einsatzort versteckt ist oder Nachteinsätze durchgeführt werden, ist es nicht immer leicht zu den (unbekannteren) Orten zu finden. Alle TPs haben Pikettdienst schon mehrfach absolviert und machen diese zwischen 7-10 Mal im Jahr. Es können bis zu zwei Monate zwischen den Einsätzen vergehen.				
2	BEOBACHTUNG BRILLE (Head-Mounted-Display)		Wegbeschreibung mit Distanz zum Ziel. Überhaupt der Modus Navigieren/Orientierung	Wegbeschreibung mit Distanz zum Ziel. Überhaupt der Modus Navigieren/Orientierung, Aufruf von Pikettauftrag mit Trolley-Nr. war gut verständlich.	Versteht nach dem zweiten Szenario, dass er theoretisch aufrufen könnte. Allerdings ist nicht ganz klar, ob er damit nicht die Anzeige des Kabeldurchgangs meint. Evtl. glaubt er, er hätte die Anzeige über Hilfe>Anleitung aufgerufen. Er versteht auf jeden Fall, dass es bei den Punkten darum geht, weiche Kabel er anschauen sollte.	Er versteht, dass er durch "Nächster Checkpoint" dem System kommuniziert, dass er vor hat, weiter zu gehen.	Nachdem er den Hinweis zur Sprachsteuerung erhalten hat, konnte er sofort mit dem System interagieren, auch das Icon "Micro" für Sprachbefehle war ihm verständlich und er hat das Konzept schnell erfasst. Insbesondere auch "Nächster Checkpoint" und die Unterstützung zur Navigation ha er intuitiv angewendet. Die Kontaktaufnahme mit Kollegen über "Hilfe" und "Skype-Call" zu Kollegen, die aktuell im Einsatz sind (grün markiert) fiel ihm leicht und auch die Darstellung der Beschriftung einzelner Komponenten anhand der unterschiedlichen Blickrichtung ist ihm aufgefallen. Die

2.1	Konzept-Validierung	Was war gut verständlich?	TP interpretiert bewegliche Teile als Hinweis, welcher Teil defekt ist. Evtl. wegen des roten Punktes (Warnung). "Material ersetzen" (Hinweis zum Sprachbefehl) versteht er als Aufforderung. Untermuert seinen Eindruck, dass ihm der Fehler angezeigt wird.	Die Sprachsteuerung ist ihm ungewohnt, AR-Elemente kannte er bereits aus dem Walkthrough mit Tablet und wurden schnell gelernt. Die Information zum nächsten Einsatzort hat ihm gefehlt und Status, ob andere Kollegen momentan im Piktet oder in der Nähe sind. Hat die Bezeichnung "Nächster Checkpoint" zum Weiterkommen gesehen, diese Bezeichnung ist aber eher ein Begriff zum Kontrollieren, Bezeichnung ähnlich wie "Map-Icon" bei Tablet wäre besser.	Hat am Anfang per Touch bedienen wollen. Geht davon aus, dass OMC auch benachrichtigt wird, wenn er einen Auftrag annimmt/bestätigt. Schlägt vor bzw. vermutet, es könnten auch weitere Infos am ZAM erscheinen (belegt, dass er diese nicht vermisst, per se, aber ist ihm so in den Sinn gekommen) Später im Szenario 3 scheint er doch etwas verwirrt zu sein — meint, wenn die Infos stehen bleiben, dass etwas an dem Kabel nicht gut ist. Weg zum alten Auftrag gut verständlich. Sagt sofort "Home"/"Aufträge"/"Zwei"	Interaktion per Sprachbefehl hat er durch alle Szenarien hinweg eingesezt Während der Beobachtung ist nichts aufgefallen, was zu wenig verständlich war, lediglich Hinweise für zusätzliche Unterstützung und Funktionen wurden mitgeteilt.
2.2	Stolpersteine	Was war nicht oder zu wenig verständlich?			Ja	Ja
2.3	Verständlichkeit vom Test-Setup	Versteht TP den Setup mit Kontext/Brille/Beweglichen Teilen?	Wir haben erklärt, dass die Ansteuerung per Sprache erfolgt. Er hat schnell begriffen, dass es um die mit Mikro gekennzeichneten Befehlen im Interface handelt. Er hat sich sogar später beim Skype-Call gewünscht, dass er einen Mitarbeiter per Sprachsteuerung mit dem Namen anrufen kann.	Nein, er hat Hilfe benötigt, um über Sprache zu navigieren. Sprachbefehle sollten kurz sein, z.B. "Ersetzen" statt "Material ersetzen" würde reichen. Auch zum Aufrufen von der Auftragsübersicht wollte er "klicken" statt Sprachsteuerung anzuwenden.	Ja	Ja
2.4	Bedienbarkeit	Versteht TP wie er mit dem System interagieren kann? z.B. per Sprachsteuerung?		Die Sprachbefehle mit Mikro gekennzeichnet — hat er schnell gelernt. Hat versucht, "Daniel" zu sprechen bei Skype Kontakten Um Infos zu entfernen, würde er entweder einen Befehl wie "Abbruch" benutzen bzw. rein intuitiv die Anzeige mit dem Finger zur Seite schieben. Die beweglichen Teile sind für ihn die "Anleitung", also quasi auch das, was in der Visio Zeichnung steht. Er hat nicht 100%-iges Vertrauen in den Infos. Meint, dass sie meistens solche Teile (Management Karte) auf Lager haben. Er würde Rücksprache mit OMC halten wollen, um Ticket korrekt und erfolgreich abzuschließen. Sie müssten ihm sagen, ob alles gut aussieht. Das würde aber erst passieren, nachdem er die Reparatur durchgeführt hat. Gerne hat er die Bestätigung von OMC.	Er versteht das Konzept mit den Sprachbefehlen sofort, übersieht aber Teilweise die Befehl-Hinweise, die nicht im Vordergrund sind. Er versteht das Konzept mit den Sprachbefehlen sofort, übersieht aber Teilweise die Befehl-Hinweise, die nicht im Vordergrund sind. Um Infos zu entfernen, würde er entweder einen Befehl wie "Abbruch" benutzen bzw. rein intuitiv die Anzeige mit dem Finger zur Seite schieben. Die beweglichen Teile sind für ihn die "Anleitung", also quasi auch das, was in der Visio Zeichnung steht. Er hat nicht 100%-iges Vertrauen in den Infos. Meint, dass sie meistens solche Teile (Management Karte) auf Lager haben. Er würde Rücksprache mit OMC halten wollen, um Ticket korrekt und erfolgreich abzuschließen. Sie müssten ihm sagen, ob alles gut aussieht. Das würde aber erst passieren, nachdem er die Reparatur durchgeführt hat. Gerne hat er die Bestätigung von OMC.	Ja
2.5	Sonstige Hinweise		TP 1 gefällt die Bedienung per Sprachsteuerung. Obwohl er nicht verstanden hat, wie die Unterstützung gedacht ist — dass der Gebrauch der Visio-Zeichnung durch die Anzeige von jeweils relevanten Infos ersetzt werden sollte — würden die eingeblendete Informationen seine artikulierten Fragen eigentlich beantworten ("welches Panel... welches ODF... welches Kabel" ... wo ist der Eingang/Ausgang).	TP 2 hatte Mühe mit der Sprachsteuerung. Auch nach der Hilfe wollte er lieber "klicken" statt einen Befehl per Sprache ausführen. Die Wahrnehmung der Elemente im AR-View wurden beim Walkthrough mit Tablet gelernt und besser verstanden. Der Workflow bzgl. automatische Führung zum jeweiligen Einsatzort innerhalb vom Piktetauftrag wurde eher nicht verstanden. Eine automatisierte Materialbestellung und Statuseingabe zum	TP 4 kamte mit der Sprachsteuerung gut umgehen. Probleme hat er allerdings damit gehabt, dass im Vordergrund und Mittelgrund mehrere Befehl-Hinweise gleichzeitig eingeblendet gewesen sind. Er hat überwiegend sein Fokus auf die Folie im Vordergrund gehabt und die beweglichen Teile teilweise übersehen. Zudem scheint er die Befehl-Hinweise so interpretiert zu haben, dass sie erst dann auftauchen, wenn sie gebraucht werden sollten.	TP 5 hat die Sprachsteuerung sofort erfasst und wendet diese über alle Szenarien hinweg ohne grosse Mühe an. Auch die Verbindungen der Leitungen über Eingang/Ausgang hat er anhand der Beschriftungen im AR-View erkannt, um eine Störung im System zu suchen. Wenn die Störung, z.B. im TR 1 nicht geortet wird, würde er weitergehen über den Sprachbefehl "Nächster Checkpoint", um die Störung weiter zu verfolgen. Dieser

			1	2	3	4	5
2.6	Fazit pro TP	Er ist sehr erfahren und wäre auf viele der Orientierungs-Hinweise nicht angewiesen gewesen. Abschluss eines Piktetinsatzes, sobald die Störung behoben wurde, würde er begrüssen. Er ist erfahren und würde die Unterstützung einer Brille situativ einsetzen, vor allem um Kollegen zu kontaktieren, die im Picket sind oder sich in der Nähe aufhalten und um Einsatzorte zu lokalisieren, die er weniger gut kennt.	4 von 5 TPs haben die Bedienung per Sprachsteuerung schnell erfasst und konnten diese ohne Mühe anwenden. Die vorgegebene Reihenfolge von Schritten im Workflow hat vor allem bei weniger erfahrenen bzw. fachfremden Mitarbeitern gut funktioniert (TP 3, 5). Eine TP hat die Führung zum "nächsten Checkpoint" nicht ganz verstanden. Auch wenn alle TPs einen Mehrwert darin sehen, dass die entsprechende Verbindung gekennzeichnet wird, ist mindestens zwei TPs unklar gewesen, dass dies unsere Absicht mit dem Prototypen gewesen ist. Anstatt dass sie die Anzeige als "bitte hier prüfen" aufgefasst haben, waren sie der Meinung, das System zeigt ihnen direkt an der einzelnen Komponente an, wo das Problem genau liegt.	Er ist sehr erfahren und würde auf viele der Orientierungs-Hinweise nicht angewiesen gewesen. Abschluss eines Piktetinsatzes, sobald die Störung behoben wurde, würde er begrüssen. Er ist erfahren und würde die Unterstützung einer Brille situativ einsetzen, vor allem um Kollegen zu kontaktieren, die im Picket sind oder sich in der Nähe aufhalten und um Einsatzorte zu lokalisieren, die er weniger gut kennt.	Er ist sehr erfahren und wäre auf viele der Orientierungs-Hinweise nicht angewiesen gewesen. Abschluss eines Piktetinsatzes, sobald die Störung behoben wurde, würde er begrüssen. Er ist erfahren und würde die Unterstützung einer Brille situativ einsetzen, vor allem um Kollegen zu kontaktieren, die im Picket sind oder sich in der Nähe aufhalten und um Einsatzorte zu lokalisieren, die er weniger gut kennt.	Er ist sehr erfahren und wäre auf viele der Orientierungs-Hinweise nicht angewiesen gewesen. Abschluss eines Piktetinsatzes, sobald die Störung behoben wurde, würde er begrüssen. Er ist erfahren und würde die Unterstützung einer Brille situativ einsetzen, vor allem um Kollegen zu kontaktieren, die im Picket sind oder sich in der Nähe aufhalten und um Einsatzorte zu lokalisieren, die er weniger gut kennt.	Workflow hat bei ihm sehr gut funktioniert. Die vorgegebene Reihenfolge hat ihn nicht gestört. Darüberhinaus hat er angemerkt, dass es nützlich wäre die Lieferfrist von Ersatzteilen im Ticket hinterlegen zu können und es auch hilfreich wäre, wenn die Beschriftungen im AR-View ein- und ausgeblendet werden können.
2.7	Konsolidierung	Wir sind mehrfach darauf hingewiesen worden, dass das Ticket eher nicht nur bei der Bestellung von Material als abgeschlossen gelten darf (TP 3, 5). Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie sie woanders in der Region nützlich. Einen klaren Mehrwert haben sie beim Skype Call gesehen. Damit könnten sie dem OMC einen Auftrag bestätigen bzw. der erfolgreiche Abschluss dessen bestätigen lassen, sowie Elektrokollegen/COC im Laufe der Arbeit um Unterstützung anrufen.	Wir sind mehrfach darauf hingewiesen worden, dass das Ticket eher nicht nur bei der Bestellung von Material als abgeschlossen gelten darf (TP 3, 5). Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie sie woanders in der Region nützlich. Einen klaren Mehrwert haben sie beim Skype Call gesehen. Damit könnten sie dem OMC einen Auftrag bestätigen bzw. der erfolgreiche Abschluss dessen bestätigen lassen, sowie Elektrokollegen/COC im Laufe der Arbeit um Unterstützung anrufen.	Wir sind mehrfach darauf hingewiesen worden, dass das Ticket eher nicht nur bei der Bestellung von Material als abgeschlossen gelten darf (TP 3, 5). Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie sie woanders in der Region nützlich. Einen klaren Mehrwert haben sie beim Skype Call gesehen. Damit könnten sie dem OMC einen Auftrag bestätigen bzw. der erfolgreiche Abschluss dessen bestätigen lassen, sowie Elektrokollegen/COC im Laufe der Arbeit um Unterstützung anrufen.	Wir sind mehrfach darauf hingewiesen worden, dass das Ticket eher nicht nur bei der Bestellung von Material als abgeschlossen gelten darf (TP 3, 5). Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie sie woanders in der Region nützlich. Einen klaren Mehrwert haben sie beim Skype Call gesehen. Damit könnten sie dem OMC einen Auftrag bestätigen bzw. der erfolgreiche Abschluss dessen bestätigen lassen, sowie Elektrokollegen/COC im Laufe der Arbeit um Unterstützung anrufen.	Wir sind mehrfach darauf hingewiesen worden, dass das Ticket eher nicht nur bei der Bestellung von Material als abgeschlossen gelten darf (TP 3, 5). Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie sie woanders in der Region nützlich. Einen klaren Mehrwert haben sie beim Skype Call gesehen. Damit könnten sie dem OMC einen Auftrag bestätigen bzw. der erfolgreiche Abschluss dessen bestätigen lassen, sowie Elektrokollegen/COC im Laufe der Arbeit um Unterstützung anrufen.	Wir sind mehrfach darauf hingewiesen worden, dass das Ticket eher nicht nur bei der Bestellung von Material als abgeschlossen gelten darf (TP 3, 5). Auch wenn alle TPs gemeint haben, sie bräuchten die Orientierungshinweise nicht am Luzerner Bahnhof, fänden sie sie woanders in der Region nützlich. Einen klaren Mehrwert haben sie beim Skype Call gesehen. Damit könnten sie dem OMC einen Auftrag bestätigen bzw. der erfolgreiche Abschluss dessen bestätigen lassen, sowie Elektrokollegen/COC im Laufe der Arbeit um Unterstützung anrufen.
3	FEEDBACK BRILLE						
3.1	Konzept-Validierung	Was findest du gut/positiv am Prototypen?	1 Klares Glas [leicht, denn es hat kein Glas], Sicht müsste ungehindert sein. Wo man hinschaut, poppt info auf. Findet er gut aber zu dominant. Weiter weg könnte es gross erscheinen, aber ohne das Sichtfeld einzuschränken. 2 Man hat die Brille immer dabei. 3 Interface klar, aufgeräumt. Sehr übersichtlich, Auftragsliste und Bestellung findet er gut. 4 Er hat beide Hände frei 5 Meint das Konzept sei selbsterklärend mit wenigen Optionen und wirkt nicht überladen.	2 Handling ist gewöhnungsbedürftig (Gaze- bzw. Sprachsteuerung). Fragt sich, ob Nebengeräusche ein Problem wären. Er macht sich Gedanken bei Lärmpegel bei einfahrenden Zügen oder Wind, etc. Strange findet er auch die Vorstellung, in der Öffentlichkeit damit rumzulaufen. Man erkennt womöglich nicht, was peripher passiert. Hören könnte man allerdings weiterhin. 3 Bei der Sprachsteuerung macht er sich Gedanken, dass es zu lärmig am Bahnhof werden könnte, bzw. dass periphere Geräusche falsch als Kommando verstanden werden könnten. 4 Sicht ist eingeschränkt. Er hofft, es ist bei der Endlösung nicht so. 5 Der Scheuklappen-Blick ist etwa einschränkend, aber das ist Gewöhnheitssache meint er. Man muss auch peripher sehen können im Bahnhof, sonst könnte es gefährlich werden, z.B. im Gleisbereich.	3 Bei der Sprachsteuerung macht er sich Gedanken, dass es zu lärmig am Bahnhof werden könnte, bzw. dass periphere Geräusche falsch als Kommando verstanden werden könnten. 4 Sicht ist eingeschränkt. Er hofft, es ist bei der Endlösung nicht so. 5 Der Scheuklappen-Blick ist etwa einschränkend, aber das ist Gewöhnheitssache meint er. Man muss auch peripher sehen können im Bahnhof, sonst könnte es gefährlich werden, z.B. im Gleisbereich.	3 Bei der Sprachsteuerung macht er sich Gedanken, dass es zu lärmig am Bahnhof werden könnte, bzw. dass periphere Geräusche falsch als Kommando verstanden werden könnten. 4 Sicht ist eingeschränkt. Er hofft, es ist bei der Endlösung nicht so. 5 Der Scheuklappen-Blick ist etwa einschränkend, aber das ist Gewöhnheitssache meint er. Man muss auch peripher sehen können im Bahnhof, sonst könnte es gefährlich werden, z.B. im Gleisbereich.	3 Bei der Sprachsteuerung macht er sich Gedanken, dass es zu lärmig am Bahnhof werden könnte, bzw. dass periphere Geräusche falsch als Kommando verstanden werden könnten. 4 Sicht ist eingeschränkt. Er hofft, es ist bei der Endlösung nicht so. 5 Der Scheuklappen-Blick ist etwa einschränkend, aber das ist Gewöhnheitssache meint er. Man muss auch peripher sehen können im Bahnhof, sonst könnte es gefährlich werden, z.B. im Gleisbereich.
3.2	Stolpersteine	Was findest du schlecht/negativ am Prototypen?	1 ZAM hätte er am Anfang schon anhand dessen, ob was am ZAM leuchtet, wo vermutlich das Problem liegt. Er wäre zuerst in den 2. Technikraum in den Keller gelaufen. Daher, dass es einen zweiten Kollegen dafür braucht, meidet er, mit dem ZAM zu beginnen. Leiter/Hebebühne aufstellen ist zu mühsam dafür. 2 Es gibt immer gewisse Schritte, wo es weitergeht. Die Reihenfolge ist im Prinzip flexibel. Er wäre z.B. zuerst in den Keller, wenn dieser in nächster Nähe gewesen wäre, wenn er das Ticket bekommt. Keine starre Reihenfolge. 3 Es könnte sein, dass er im Keller strikt. Reihenfolge ist nicht individuell/flexibel gestaltet werden — selber auswählen wäre gut. 4 Es kann sein, dass einen Punkt übersprungen wird. Man kann es von der einen oder anderen Seite prüfen (entweder mit ZAM oder U297 starten). Er würde Chassis zuerst prüfen — innen gegen aussen. Mann sollte aber auch zum "nächsten" Schritt gehen können. Selber wählen wäre gut. 5 Wichtig wäre ihm, dass die Störungsmeldung dezent eingeblendet wird, evtl. auch als Audio- oder Vibrationsalarm, damit kein Sicherheitsrisiko besteht. Die Leitungen sind vordefiniert und prinzipiell gibt es einen Ablauf, aber jeder macht es etwas anders mit der Reihenfolge.	1 ZAM hätte er am Anfang schon anhand dessen, ob was am ZAM leuchtet, wo vermutlich das Problem liegt. Er wäre zuerst in den 2. Technikraum in den Keller gelaufen. Daher, dass es einen zweiten Kollegen dafür braucht, meidet er, mit dem ZAM zu beginnen. Leiter/Hebebühne aufstellen ist zu mühsam dafür. 2 Es gibt immer gewisse Schritte, wo es weitergeht. Die Reihenfolge ist im Prinzip flexibel. Er wäre z.B. zuerst in den Keller, wenn dieser in nächster Nähe gewesen wäre, wenn er das Ticket bekommt. Keine starre Reihenfolge. 3 Es könnte sein, dass er im Keller strikt. Reihenfolge ist nicht individuell/flexibel gestaltet werden — selber auswählen wäre gut. 4 Es kann sein, dass einen Punkt übersprungen wird. Man kann es von der einen oder anderen Seite prüfen (entweder mit ZAM oder U297 starten). Er würde Chassis zuerst prüfen — innen gegen aussen. Mann sollte aber auch zum "nächsten" Schritt gehen können. Selber wählen wäre gut. 5 Wichtig wäre ihm, dass die Störungsmeldung dezent eingeblendet wird, evtl. auch als Audio- oder Vibrationsalarm, damit kein Sicherheitsrisiko besteht. Die Leitungen sind vordefiniert und prinzipiell gibt es einen Ablauf, aber jeder macht es etwas anders mit der Reihenfolge.	1 ZAM hätte er am Anfang schon anhand dessen, ob was am ZAM leuchtet, wo vermutlich das Problem liegt. Er wäre zuerst in den 2. Technikraum in den Keller gelaufen. Daher, dass es einen zweiten Kollegen dafür braucht, meidet er, mit dem ZAM zu beginnen. Leiter/Hebebühne aufstellen ist zu mühsam dafür. 2 Es gibt immer gewisse Schritte, wo es weitergeht. Die Reihenfolge ist im Prinzip flexibel. Er wäre z.B. zuerst in den Keller, wenn dieser in nächster Nähe gewesen wäre, wenn er das Ticket bekommt. Keine starre Reihenfolge. 3 Es könnte sein, dass er im Keller strikt. Reihenfolge ist nicht individuell/flexibel gestaltet werden — selber auswählen wäre gut. 4 Es kann sein, dass einen Punkt übersprungen wird. Man kann es von der einen oder anderen Seite prüfen (entweder mit ZAM oder U297 starten). Er würde Chassis zuerst prüfen — innen gegen aussen. Mann sollte aber auch zum "nächsten" Schritt gehen können. Selber wählen wäre gut. 5 Wichtig wäre ihm, dass die Störungsmeldung dezent eingeblendet wird, evtl. auch als Audio- oder Vibrationsalarm, damit kein Sicherheitsrisiko besteht. Die Leitungen sind vordefiniert und prinzipiell gibt es einen Ablauf, aber jeder macht es etwas anders mit der Reihenfolge.	1 ZAM hätte er am Anfang schon anhand dessen, ob was am ZAM leuchtet, wo vermutlich das Problem liegt. Er wäre zuerst in den 2. Technikraum in den Keller gelaufen. Daher, dass es einen zweiten Kollegen dafür braucht, meidet er, mit dem ZAM zu beginnen. Leiter/Hebebühne aufstellen ist zu mühsam dafür. 2 Es gibt immer gewisse Schritte, wo es weitergeht. Die Reihenfolge ist im Prinzip flexibel. Er wäre z.B. zuerst in den Keller, wenn dieser in nächster Nähe gewesen wäre, wenn er das Ticket bekommt. Keine starre Reihenfolge. 3 Es könnte sein, dass er im Keller strikt. Reihenfolge ist nicht individuell/flexibel gestaltet werden — selber auswählen wäre gut. 4 Es kann sein, dass einen Punkt übersprungen wird. Man kann es von der einen oder anderen Seite prüfen (entweder mit ZAM oder U297 starten). Er würde Chassis zuerst prüfen — innen gegen aussen. Mann sollte aber auch zum "nächsten" Schritt gehen können. Selber wählen wäre gut. 5 Wichtig wäre ihm, dass die Störungsmeldung dezent eingeblendet wird, evtl. auch als Audio- oder Vibrationsalarm, damit kein Sicherheitsrisiko besteht. Die Leitungen sind vordefiniert und prinzipiell gibt es einen Ablauf, aber jeder macht es etwas anders mit der Reihenfolge.	1 ZAM hätte er am Anfang schon anhand dessen, ob was am ZAM leuchtet, wo vermutlich das Problem liegt. Er wäre zuerst in den 2. Technikraum in den Keller gelaufen. Daher, dass es einen zweiten Kollegen dafür braucht, meidet er, mit dem ZAM zu beginnen. Leiter/Hebebühne aufstellen ist zu mühsam dafür. 2 Es gibt immer gewisse Schritte, wo es weitergeht. Die Reihenfolge ist im Prinzip flexibel. Er wäre z.B. zuerst in den Keller, wenn dieser in nächster Nähe gewesen wäre, wenn er das Ticket bekommt. Keine starre Reihenfolge. 3 Es könnte sein, dass er im Keller strikt. Reihenfolge ist nicht individuell/flexibel gestaltet werden — selber auswählen wäre gut. 4 Es kann sein, dass einen Punkt übersprungen wird. Man kann es von der einen oder anderen Seite prüfen (entweder mit ZAM oder U297 starten). Er würde Chassis zuerst prüfen — innen gegen aussen. Mann sollte aber auch zum "nächsten" Schritt gehen können. Selber wählen wäre gut. 5 Wichtig wäre ihm, dass die Störungsmeldung dezent eingeblendet wird, evtl. auch als Audio- oder Vibrationsalarm, damit kein Sicherheitsrisiko besteht. Die Leitungen sind vordefiniert und prinzipiell gibt es einen Ablauf, aber jeder macht es etwas anders mit der Reihenfolge.
3.3	Workflow	Wie beurteilst du den Ablauf mit dem System?	1 War einfach. Durch das Ausprobieren schnell gelernt. Wenige Möglichkeiten findet er gut. 2 Am Anfang hat er nicht alles verstanden. Später schon, aber das Selbstgespräch ist etwas komisch. 3 Sehr gut dargestellt. Unter Anleitung (nicht getestet) erwartet er Links und Pläne. Bei der Anzeige des nächsten Checkpoints wäre gewöhnlicher anstatt "Nächster Checkpoint" einfach den Name zu sagen, z.B. "ZAM" oder "Technikraum" 4 Ja, er hat verstanden, dass die Sprachbefehle mit Mikro gekennzeichnet sind. 5 Ja, er hat sofort das Interaktionskonzept verstanden und hat angemerkt, dass man die Symbole schnell lernt.	1 War einfach. Durch das Ausprobieren schnell gelernt. Wenige Möglichkeiten findet er gut. 2 Am Anfang hat er nicht alles verstanden. Später schon, aber das Selbstgespräch ist etwas komisch. 3 Sehr gut dargestellt. Unter Anleitung (nicht getestet) erwartet er Links und Pläne. Bei der Anzeige des nächsten Checkpoints wäre gewöhnlicher anstatt "Nächster Checkpoint" einfach den Name zu sagen, z.B. "ZAM" oder "Technikraum" 4 Ja, er hat verstanden, dass die Sprachbefehle mit Mikro gekennzeichnet sind. 5 Ja, er hat sofort das Interaktionskonzept verstanden und hat angemerkt, dass man die Symbole schnell lernt.	1 War einfach. Durch das Ausprobieren schnell gelernt. Wenige Möglichkeiten findet er gut. 2 Am Anfang hat er nicht alles verstanden. Später schon, aber das Selbstgespräch ist etwas komisch. 3 Sehr gut dargestellt. Unter Anleitung (nicht getestet) erwartet er Links und Pläne. Bei der Anzeige des nächsten Checkpoints wäre gewöhnlicher anstatt "Nächster Checkpoint" einfach den Name zu sagen, z.B. "ZAM" oder "Technikraum" 4 Ja, er hat verstanden, dass die Sprachbefehle mit Mikro gekennzeichnet sind. 5 Ja, er hat sofort das Interaktionskonzept verstanden und hat angemerkt, dass man die Symbole schnell lernt.	1 War einfach. Durch das Ausprobieren schnell gelernt. Wenige Möglichkeiten findet er gut. 2 Am Anfang hat er nicht alles verstanden. Später schon, aber das Selbstgespräch ist etwas komisch. 3 Sehr gut dargestellt. Unter Anleitung (nicht getestet) erwartet er Links und Pläne. Bei der Anzeige des nächsten Checkpoints wäre gewöhnlicher anstatt "Nächster Checkpoint" einfach den Name zu sagen, z.B. "ZAM" oder "Technikraum" 4 Ja, er hat verstanden, dass die Sprachbefehle mit Mikro gekennzeichnet sind. 5 Ja, er hat sofort das Interaktionskonzept verstanden und hat angemerkt, dass man die Symbole schnell lernt.	1 War einfach. Durch das Ausprobieren schnell gelernt. Wenige Möglichkeiten findet er gut. 2 Am Anfang hat er nicht alles verstanden. Später schon, aber das Selbstgespräch ist etwas komisch. 3 Sehr gut dargestellt. Unter Anleitung (nicht getestet) erwartet er Links und Pläne. Bei der Anzeige des nächsten Checkpoints wäre gewöhnlicher anstatt "Nächster Checkpoint" einfach den Name zu sagen, z.B. "ZAM" oder "Technikraum" 4 Ja, er hat verstanden, dass die Sprachbefehle mit Mikro gekennzeichnet sind. 5 Ja, er hat sofort das Interaktionskonzept verstanden und hat angemerkt, dass man die Symbole schnell lernt.
3.4	Bedienbarkeit	War dir klar, wie du mit dem System interagieren konntest?	1 War dir immer klar, was du	1 War dir immer klar, was du	1 War dir immer klar, was du	1 War dir immer klar, was du	1 War dir immer klar, was du

3.5	Verständlichkeit/ Nachvollziehbarkeit	sieht — hast du die Elemente einordnen können?			nicht stören, da die Stecker recht klein sind.	Hilfreich, aber könnte weiter am Rande sein. Die beweglichen Infos dürfen Wichtiges nicht verdecken. Zum Lesen müsste man vergrössern können.	übersehen, weil er die Folie so stark im Fokus hatte.	Aus seiner Sicht hat nichts gefehlt, die Beschriftung zur Komponente "Glasfaserkabel" is evtl. sogar überflüssig, weil die Abkürzung genügt.
3.6	Informationsbedarf	Wie beurteilst du die Notwendigkeit von den Informationen, die du gesehen hast?			Dass die Ticket-Nr. stets angezeigt wird, findet er gut, falls er sich bei COC melden muss, kann er diese einfach ablesen. Auch wichtig anzuschreiben: welcher Raum/Schrank/Kabel/Nr. FO Position	FO = Bezeichnung Glasfaserkabel. Lernet man in der Praxis schnell. Das reicht schon als Info — müsste nicht zusätzlich mit "Glasfaserkabel" versehen werden. Auch wichtig zu wissen wäre: SM oder MM (single oder multi, grün bzw. orange)	Um einen Kollegen zu kontaktieren, wäre die Brille gut geeignet und zur Rapportierung wäre Sprache auch sehr sinnvoll z.B. mit Eingabe "Fehler gefunden" meint er.	
3.7	Mehrwert	Würdest du es begrüssen, so unterstützt zu werden?			Ja sicher.	[Zögert] Tablet wäre besser.	Es könnte sicher eine Hilfe sein, aber er bezweifelt, ob sich der Aufwand lohnt. Die automatische Einblendung ist besser als im Filer etc. alles nachschauen zu müssen. Es werden weniger Tools gebraucht.	
3.8	Akzeptanz	Könntest du dir vorstellen, mit einer solchen Lösung täglich zu arbeiten?			Cardboard ist zu gross. Lieber mit einer Brille wie Google Glass	Cardboard könnte er nicht fünf Stunden lang tragen (sie dürfen nicht länger als fünf Stunden am Stück arbeiten), aber es kommt auf das Modell drauf an. Eine Sonnenbrille trägt er bspw. den ganzen Tag.	Ja, das ist Gewohnheitssache sagt er und fügt an, dass die Brille komfortabel sein und über ein grösseres Sichtfeld verfügen müsste.	
3.9	Ergonomie	Wie lange, könntest du dir vorstellen, mit so einer Lösung am Stück zu arbeiten?	Wenn er die Brille abschalten kann, und wenn sie sich wie eine "normale" Brille trägt, dann könnte er sie einige Stunden tragen. Cardboard würde er (vehement) niemals aufsetzen.	1-2 Stunden, aber nur, wenn das Sichtfeld nicht beeinträchtigt wird. Die Brille ist weniger ergonomisch als der Tablet. Akkuleistung, Laden, etc. sind ungewohnte "Probleme", womit er sich auseinandersetzen müsste. Kann es kontaktlos geladen werden?	Cardboard könnte er nicht fünf Stunden lang tragen (sie dürfen nicht länger als fünf Stunden am Stück arbeiten), aber es kommt auf das Modell drauf an. Eine Sonnenbrille trägt er bspw. den ganzen Tag.	Er würde die Brille benutzen, um Informationen zu holen. Der Vorteil wäre, hands-free arbeiten zu können. Später bei den vergleichenden Fragen antwortet er: ein paar Stunden. Müsste er wenn sie bequem ist, weil die Gedanken wegen Kopfschmerzen	Er fragt zuerst, ob die Brille die ganze Zeit getragen werden müsste, wenn eine Störungsmeldung ankommt. Prinzipiell kann er sich vorstellen die Brille ganztags zu tragen, wenn sie bequem ist, weil die Funktionen nützlich sind. Aber er würde ihn stören die Brille bei Publikum zu tragen, dass heisst in den Bereichen, wo Kunden die SBB den Bahnhof passieren.	
3.10	Sonstige Hinweise		"Ticket anzeigen" sollte es anstelle von "Auftrag anzeigen" lauten, weil bei Piktetdienst kommen nur die Trouble Tickets. Die Zusatzinformation (Details zum Ticket) sollte man aufrufen können. Ihm wäre wichtig, Schärfe einstellen zu können. Grösse von den Elementen findet er gut, aber ihm ist wichtig, dass diese nicht zu viel Platz einnehmen und ihm dabei den Hintergrund decken.	Beim "Material ersetzen" wäre es wichtig, wenn eine Neubestellung inklusive Rückgabeschein vom defekten Material ausgelöst wird, z.B. auch mit Adressaufkleber, der per E-Mail gesendet wird zum Ausdrucken. Material ist immer vorrätig. Stückzahl richtet sich nach Häufigkeit, wie oft ein Material gewechselt werden muss. Auch Knopf an Brille wäre hilfreich für visuelle und akustische Steuerung für Laut und Leise. Die Hinweise/Bezeichnungen im AR-View stören, wenn man nah am Schrank arbeitet, würde die Bezeichnungen gern mit der Hand wegwischen und wieder reinholen.	Wenn er Beschaid weiss, braucht er keine Brille. Für Kontakte/Skype ist sie allerdings gut.	Er wünscht sich eine "Sonnenbrille-Funktion". Also, dass er auch draussen in der Somme gut mit der Brille umgehen kann. Wenn das Sichtfeld zu sehr eingeschränkt ist, würde er die Brille nur solange tragen, bis die Störung behoben ist.	Bei "Uhren" müsste man evtl. 2 Verbindungen prüfen. Um das System zu aktivieren, wäre ein Sprachbefehl wie "Hey Siri" gut. Wenn das Sichtfeld zu sehr eingeschränkt ist, würde er die Brille nur solange tragen, bis die Störung behoben ist.	

		woanders liegt.	eines Tickets wäre nützlich, sobald die Störung behoben ist.	muss.	Brille könnte er "ein paar Stunden" tragen, macht sich aber wegen Kopfschmerzen Gedanken	Störungsmeldung den aktuellen Arbeitsprozess nicht beeinträchtigen darf und evtl. ein Audiosignal oder Vibrationsalarm nützlich wären.	
3.11	Fazit pro TP	Brille könnte er "einige Stunden" tragen, wenn wie eine normale Brille.	Brille könnte er "1,-2 Stunden" tragen, wenn Sichtfeld nicht beeinträchtigt wird.	Wenn so bequem wie eine Sonnenbrille, könnte er die Brille den ganzen Tag tragen.		Brille könnte er ganztags tragen, wenn sie "bequem" ist	
3.12	Konsolidierung	Alle TPs waren klar der Meinung, dass ihr Sichtfeld auf keinen Fall während der Arbeit oder im Gleisbereich beeinträchtigt werden darf. Rein aus Sicherheitsgründen müssen sie sich ihrer Umgebung stets bewusst sein. Was die Mittelgrund-Elemente anbelangt, haben sich die Probanden eine Scharfeinstellung (TP1) bzw. eine Möglichkeit zur Vergrößerung (TP2) gewünscht. Zudem haben 3 von 5 TPs sich eine Funktion zur Ausblendung von AR-Elementen gewünscht. Einer hat vor lauter Elementen im Vordergrund die Mittelgrund-Elemente teilweise übersehen (TP 4)					
4	BEOBACHTUNG TABLET	In Bezug auf die Tragdauer haben die meisten TPs 1-2 Stunden für möglich gehalten, oder durchgehend, wenn sich die Brille "wie eine normale Brille" oder Sonnenbrille tragen lässt. Zwei Probanden haben gemeint, sie sähen abern aus, wenn sie so einen Teil tragen (TP 1, 4). Auch die "Selbstgespräche" wären ungewohnt (TP 2). Alle TPs haben sich in der Feedback-Runde für einen flexiblen Workflow geäußert — sie sollten entscheiden können, wo sie anfangen und in welcher Reihenfolge sie die Schritte absolvieren. Eher selten müssen sie ein Ersatzteil neu bestellen. Meistens ist das Teil schon auf Lager und der Vorrat soll danach wieder aufgefrischt werden. Von daher wäre es schön, wenn eine automatisierte Nachbestellung erfolgt. (TP 2)					
4.1	Konzept-Validierung	Was war gut verständlich?	1 "Puah!" sagt er, als er zum ersten mal den Plan aufruft. Er versteht, dass ihm damit der Weg der Verbindung dargestellt wird. Später meint er zur eingebendeten Kabeinnummer (Mittelgrund) "das reicht mir" als Info. Er "würde gar nicht drauf [auf den Plan] drücken." 10:04 Er versteht, dass er Informationen zur Verbindung entweder über den Plan oder beim Hochhalten des Tablets aufrufen und so die relevanten Informationen einblenden lassen kann. Die meisten Icons versteht er, das Material-Icon allerdings nicht auf Anhieb. Er nutzt die "Karte" — würde diese aber nur dann benutzen, wenn er sich nicht am Bhf auskennt.	2 Erkennt die Visio-Zeichnung auf dem Screen, würde gern zoomen. Erkennt den Auftragsengang für Pikett und würde den Auftrag gern direkt annehmen und bestätigen. Benötigt die Rückruffunktion Auftragsbestätigung, ab und an benötigt er mehr Informationen zum Auftrag, z.B. Öffnungszeiten vom Schalter (Einsatzort) und um abzuklären, wie hoch die Priorität/Dringlichkeit ist. Erkennt das Hauptmenu, wo er verschiedene Funktionen aufrufen kann, z.B. Kontakt und die Pfeile zur Navigationshilfe (wie beim Auto). Versteht die Beschriftung vom Schrank und "Material ersetzen".	3 Versteht auf Anhieb alle Icons zum Trouble Ticket: Anruf/Nav/Unterlagen. Je nach dem würde er zuerst anrufen (um zu bestätigen, dass er das Ticket annimmt), dann auf Nav tippen. Er navigiert korrekt zur Kontaktaufnahme. Allerdings sagt er "hui" beim Aufrufen der Übersicht. Evtl. könnte es sein, dass ihm der Splashscreen-Teil etwas unerwartet prominent war. Versteht, dass er entweder auf den Plan drücken könnte, um wieder zum nächsten Checkpoint zu navigieren. Auf Anforderung, ob er einen anderen Weg sieht, findet er auch über Home/Pfeilchen > Aufträge zurück (ist allerdings etwas umständlich)	4 Erkennt das Symbol der Visio-Zeichnung mit ZAM (Jess: ist dieses Symbol auf andere Auftrags-Arten übertragbar?) Versteht alle "Übersichtsseiten", die er über das Menu erreicht. Versteht auch, dass das System ihm eine Navigation zu wichtigen Arbeitspunkten bietet — würde selber darauf verzichten und eher damit starten, dass er den Plan aufmacht Er versteht, dass die beweglichen Teile den Ein- und Ausgangspunkt des Kabels kennzeichnen. Versteht auch, dass er den Durchgang der Verbindung über den Plan aufrufen könnte.	5 Der Aufruf vom Ticket hat über das Icon "Ausrufezeichen" gut funktioniert und über die Detail-Ansicht vom Ticket wurde die Map zur Navigation zum Einsatzort auferufen. Das Icon für "Pläne und Schemen" wurde auch auf dem Screen erkannt.
4.2	Stolpersteine	Was war nicht oder zu wenig verständlich? Versteht TP den Setup mit	Eigentlich ja, aber die	Antfangs nicht, dann gelernt	Ja.	Ja	

4.3	Test-Setup	Teilen?	teilweise verwirrt	Ja. Wünscht sich hier auch eine Bedienung per Sprachsteuerung	Touch-Bedienung ist nachvollziehbar. Beim ganz nah rangehen an den Schrank, sieht er die Zusatzbeschriftungen in AR und würde gern "raufklicken" mit der Hand.	Im Szenario 3 erwähnt er, dass er gerne die Punkte (Info) zur Seite schieben möchte, damit er freie Sicht hat. Anmerkung TP: Leute können das Tablet einfach absetzen, wenn sie die Infos nicht im Sichtfeld haben wollen (10:20)	Ja. Er ist nicht so klickfreudig, aber das liegt wohl daran, dass der Prototyp sehr lo-fi ist	Ja, die Bedienung und Icon-Sprache wurden gut verstanden, aber er würde es begrüßen, wenn es nur einen Weg gäbe um z.B. Material zu ersetzen. Er empfindet es als Umweg über den Plan auf dem Screen vom Tablet. Würde eher direkt im AR-View interagieren, wenn er die Beschriftung der Komponenten sieht. Die Pläne würde er im Vorfeld studieren und dann die Störung orten.	
4.4	Bedienbarkeit	Versteht TP wie er mit dem System interagieren kann? z.B. per Touchbedienung?				"Auftrag" ist die falsche Bezeichnung. "Ticket" würde man zu den Pikett-Sachen sagen. Wenn er ein Pikett annimmt, fragt er im OMC, was ist, was geht nicht, was ist schon gemacht worden? Je nach dem studiert er die Unterlagen ein. Den Plan braucht er auf jeden Fall erst vor Ort und nicht in dem Moment, wo er das Ticket erhält. Navi ist am wichtigsten bei Kamera austauschen. Da muss es genauer sein. Sonst kann die Navi ungefähr sein.	Er stellt sich folgende Unterlagen bei "Plänen" vor: Landschema (welches Komponent an welchem Switch angehängt ist), Technologie, Kabel-Durchgang, IP Adresse, Sicherungsnummer (für Elektro interessant), Name von dem zu ersetzenden Teil im Fall einer Zusammenarbeit Elektro/Netzwerk, Seriennummer/Typ vom PC (Teil am ZAM)	Die Kontaktmöglichkeit zum OMC bei der Detail-Ansicht zum Ticket war kein direktes Bedürfnis und im weiteren Verlauf bei Kontaktaufnahme zu Kollegen wurde angemerkt, dass eine farbliche Markierung der Kontakte, die im Einsatz sind, nützlich wäre.	
4.5	Sonstige Hinweise			TP versteht grösstenteils das Konzept, findet den Plan an sich allerdings überflüssig — er muss es jedoch als Navigationselement benutzen, um Karte und Materialbestellung relativ zum jeweiligen Checkpoint aufzurufen.	TP 2 hatte Mühe mit der Wahrnehmung von AR-Elementen, diese musste mit Hilfe gelernt werden. Er hat nicht verstanden, dass die Beschriftungen beim Fokus auf die Komponenten automatisch auftauchen. Desweiteren waren einige Icons nicht verständlich. Das Aufrufen der Visio-Zeichnung und Detailsicht mit Verbindungen der Komponenten und Absprung zur Navigations-Ansicht zum Standort hat gut funktioniert. Er hat den Prototypen als Hilfsmittel wahrgenommen, der ihn mit der Detailsicht zum Ticket, Plänen, Navigation sowie Kontakt zu Kollegen situativ unterstützen könnte.	TP 3 hat letztendlich alles verstanden — am Anfang hat er etwas Mühe gehabt mit den Icons (Material und Aufträge) und mit dem Pfeilchen. Er hat zwar erkannt, dass er über das Plan Icon oben links zurück zu den Funktionen Anruf/Nav/Material bzw.	TP 4 hat erkannt, welche Informationen ihm dargeboten werden. Weniger klar waren die Beschriftungen an den beweglichen Teilen, die ihm wie eine Aufforderung vor kamen und eher verwirlich waren ("Material ersetzen"). Die Aufforderung, das Tablet hochzuhalten sowie das Pfeilchen hat er auf Anhieb nicht verstanden. Insgesamt hat er den Prototyp nicht wirklich als Guidance wahrgenommen, sondern als ein System, welches viele Datenbanken/Infos/weiter Systeme verknüpft	TP 5 hat keine Mühe mit der Bedienung des Tablets und hat das Konzept sofort verstanden. Das Ablegen vom Tablet wurde als störend empfunden, wenn er hands-free arbeiten möchte. Er würde zuerst die Verbindungen studieren und dann das Tablet zur Seite legen. Zudem würde es begrüßen, wenn es nur einen Weg gäbe um z.B. Material zu ersetzen. Er empfindet es als Umweg über den Plan auf dem Screen vom Tablet und würde eher direkt im AR-View interagieren. Er hat den Prototypen als Hilfsmittel wahrgenommen, der ihn mit der Verbindungsübersicht der Komponenten zum Ticket, Plänen, Navigation sowie Kontakt zu Kollegen situativ unterstützen könnte.	
4.6	Fazit pro TP			Alle TPs haben verstanden, dass sie anfangs zum neuen Ticket entweder einen Anruf tätigen, eine Orientierungshilfe bzw. Schema aufrufen können. Ob die Bestätigung der Tickets automatisch oder per Anruf erfolgt, kommt auf die Person und die Komplexität des Falls drauf an. Es wäre sicher für das OMC eine Entlastung, wenn ein Ticket angenommen werden könnte, ohne anrufen zu müssen (TP 2). Es ist unklar gewesen, ob TPs den Unterschied zwischen den globalen und kontextspezifischen Elementen des Interfaces verstehen (z.B. Home/Pfeilchen > Navigation vs. Schema > Navigation). Insgesamt waren die Icons etwas schwierig zu deuten. Vor allem das Dreieck/Pfeil (global), Material und Aufträge (im Menü) waren auf Anhieb schwer erkennbar. Mindestens einem war es nicht klar, wie er die auftragsrelevanten Informationen mitten im Workflow aufrufen (TP 3). Zwei TPs haben das Schema für unnötig gehalten. Die angezeigten AR-Infos hätten ihnen gereicht (TP 1). Teilweise würden sie gerne direkt im AR-View interagieren (TP 3, 5). Teilweise haben die Beschriftungen der beweglichen Teile im AR-View wie Aufforderungen gewirkt, z.B. "Material ersetzen" (TP4).					
4.7	Konsolidierung			Drei TPs (2, 4, 5) haben den Prototypen mehr als Hilfsmittel empfunden, wenn sie auf Informationen bzgl. Navigation, Pläne, Verbindungen oder Kontakt situativ angewiesener sind. Alle TPs haben sich in der Feedback-Runde für einen flexiblen Workflow geäußert, der nicht strikt vordefiniert ist.					
5	FEEDBACK TABLET								
				1	2	3	4	5	
				Sehr schnell einschaltbar und	Bedienung ist gewohnter, wie mit	Auch für Leute, die nicht	Bedienung ist gewohnt mit		

5.1	Konzept-Validierung	Was findest du gut/positiv am Prototypen?	handlich	dem Handy	ortskundig sind, hat es Vorteile, wenn alles mit der Datenbank verknüpft ist. Kommt ihm nichts in den Sinn, was negativ ist	klassischer Navigation und das wäre für die meisten Kollegen wohl einfacher. Kein hands-free arbeiten möglich, was bei seinen Tätigkeiten sehr relevant ist
5.2	Stolpersteine	Was findest du schlecht/negativ am Prototypen?	Handset wäre weiterhin wegen Umgebungsgeräusche notwendig. Er müsste frei sprechen können.	Nicht hands-free. Ist ihm zu gross und umständlich — würde er nicht um den Hals binden wollen	Stimmt.	Brille war intuitiver von der Abfolge, das Konzept für Brille/Tablet sollte identisch sein, wenn beide Geräte eingesetzt werden
5.3	Workflow	Wie beurteilst du den Ablauf mit dem System?	Gut	Ablauf ist gut, Icons unklar		Nicht immer, kann man aber ausprobieren und dann lernt man es mit der Zeit. Beschriftung der Icons braucht es aber nicht.
5.4	Bedienbarkeit	War dir klar, wie du mit dem System interagieren könntest?	Verständlichkeit von den Symbolen war etwas schwierig. Hauptmenü, Kontakte, etc. waren nicht eindeutig.	Wie mit dem Handy. Wäre gut, wenn man AR-Elemente per Touch manipulieren könnte	Kommt auf die Denkweise der Programmierer drauf an, sollte intuitiv sein	Nicht immer, kann man aber ausprobieren und dann lernt man es mit der Zeit. Beschriftung der Icons braucht es aber nicht.
5.5	Verständlichkeit/ Nachvollziehbarkeit	War dir immer klar, was du siehst — hast du die Elemente einordnen können?	Gut	Selbsterklärend, Icons lernt man durch ausprobieren. "Kaputt machen kann man nichts"	Ja, allerdings erwähnt er anschliessend Brillen Prototyp, dass ihm die Beschriftungen auf dem Tablet gefehlt haben.	Ja, ein Weg um das Material ersetzen zu können reicht aber.
5.6	Informationsbedarf	Wie beurteilst du die Notwendigkeit von den Informationen, die du gesehen hast?		Wichtig wäre Zugang zu Informationen wie Adressen, Typ vom Gerät, Serien-Nr., Zugang zum Dinar		
5.7	Mehrwert	Würdest du es begrüssen, so unterstützt zu werden?	Ja	Ja	Ja	Ja
5.8	Akzeptanz	Könntest du dir vorstellen, mit einer solchen Lösung täglich zu arbeiten?	Ja	Wenn es eine Hilfe ist im Alltag, ist das sicher unterstützend.	Ja, aber.	Ja
5.9	Ergonomie	Wie lange, könntest du dir vorstellen, mit so einer Lösung am Stück zu arbeiten?	Das Tablet würde er wie einen Plan als Hilfsmittel unterstützend im Laufe des Arbeitstages benutzen. Es gibt immer wieder Unterbrüche. So ein Gerät könnte er einfach immer dabei haben.	5-10 Minuten. Das Tablet will man schnell auf die Seite legen, benutzt es situativ als Ersatz für Schemen oder Papier und nicht permanent wie die Brille.	Nicht den ganzen Tag. Schnell, um zu schauen.	Ja, solange wie die Störung dauert und danach ablegen.
5.10	Sonstige Hinweise		Bei schlechten Lichtverhältnissen/draussen müsste es genauso handlich sein. Es gibt einige ZAMs z.B., die im Freien stehen. Magnet zum Befestigen vom Tablet (z.B. am Schrank oder anderer magnetischer Oberfläche) wäre gut. Benötigt das Tablet auch im Portrait-Modus für bessere Sicht z.B. am Schrank.	Er hat immer den Laptop dabei und wird weiterhin den Laptop für weitere Funktionen benötigen, z.B. bei der Reparatur für NS/Konfigurations-Tools, um auf Switch etc. einloggen zu können. Das heisst, das Gerät — ob Tablet oder Brille — wird den Laptop nicht ersetzen können.		Hands-free zu arbeiten wäre notwendig
5.11	Fazit pro TP		TP 1 braucht ein Konzept, welches einen flexiblen Workflow unterstützt. TP 2 kennt viele Standorte und betrachtet die Funktionen als Hilfsmittel, z.B. die Navigation, wenn er sich nicht auskennt. Visio-Zeichnungen und Pläne sind ihm sehr wichtig, auch verteilte Details zu den einzelnen Komponenten und automatisierte Materialbestellung sind nützlich. Er hat originale Ideen zum Mitführen des Tablets eingebracht (Magnet zum Befestigen).	TP 3 ist ein selbstbeschriebener "Handy Typ" und führt sich viel souveräner im Umgang mit dem Tablet, welches er als Ersatz für die Visio-Schemen sieht. Auch wenn er Elemente des Interfaces auf Anhieb nicht verstanden hat, scheut er sich nicht auszuprobieren, denn er beim Tablet das Gefühl hat, er kann nichts falsch machen.	Positiv bewertet TP4 den Zugang zur Datenbank. Ihm haben die Beschriftungen der Interface-Elemente gefehlt. Er meint, dass man das Interface von einem Arbeits-tool durch das Ausprobieren lernt — er sieht sich als Benutzer in der Verantwortung, über die Mental Map vom Programmierer klar zu werden(!).	Für TP 5 ist hands-free arbeiten sehr relevant. Er würde das Tablet lediglich einsetzen, wenn er die Zusatzinformationen benötigt und es dann wieder ablegen. Falls beide Geräte zum Einsatz kommen würden, würde er es begrüssen, wenn der Workflow identisch wäre bei Tablet/Brille. Allgemein ist die Bedienung gewohnter auf dem Tablet und die Funktionen kann man durch Ausprobieren schnell lernen.

5.12	Konsolidierung								
6	VERGLEICH PROTOTYPEN								
6.1	Bedienbarkeit	Welches Gerät war für dich leichter zu bedienen? Tablet oder Brille?							
6.2	Benutzerführung	Welcher Prototyp hast du bei der Erledigung der Tasks angenehmer gefunden?							
6.3	Kontextanforderung	Wie wichtig ist es für dich, hands-free arbeiten zu können?							
6.4	Fazit pro TP								
6.5	Konsolidierung								

1	2	3	4	5
Wichtig wäre auf jeden Fall, die Symbole zu beschriften, damit sich besser erinnern lässt, was sich dahinter verbirgt. Nicht "hands-free" zu arbeiten empfinden sie als Einschränkung, sie würden das Tablet situativ einsetzen und wieder ablegen. Es wurden auch Ideen genannt, um das Arbeiten mit Tablet zu erleichtern, z.B. befestigen am Arbeitsort mit Magneten (TP 2).	Brille, weil sprachgesteuert und hands-free	Tablet, weil Bedienung wie auf dem Smartphone ist	Tablet/Touch ist gängiger, leichter zu bedienen. Das Tablet kann man auch zu Seite legen. Das Gerät ist ihm "sympatischer".	Bedienung war bei beiden Prototypen gleich leicht.
Gleich angenehm	Tablet, weil es nicht immer dran ist (am Kopf). Die Führung auf dem Tablet hat besser gefallen, weil er entscheiden möchte, ob er mit weniger oder mehr Detail geführt werden möchte. Er würde z.B. die Anzeige, wo es von einem Checkpoint zum nächsten geht, ausblenden.	Bedienung ist einfacher und schneller mit dem Tablet. Er ist eher ein "Handy-Typ" und trägt selber keine Brille. Die Sprachbedienung war angenehm und einfach, aber Tablet ist komfortabler	Der Brillen-Prototyp, weil explizit angeschrieben.	Brille, wegen hands-free
Sehr wichtig	Wichtig, Headset benutzt er aus dem Grund aktuell beim Arbeiten. (Oder um die Tür zu öffnen, sich etwas zu notieren...)	Schaffen und auf die Seite tun — schnell mal Pläne anschauen, kommt nicht so drauf an.	Wichtig, aber es kommt darauf an. Seiten der Fall, aber wenn, dann wäre es bequem. Beim Telefonieren sehr wichtig. Das Tablet müsste er weglegen.	Sehr wichtig, mit einer Hand kann man nicht durchgängig arbeiten
Obwohl er beide Geräte gleich angenehm empfindet, ist TP 1 das Kriterium hands-free sehr wichtig, was dazuführen würde, dass er das Tablet ziemlich oft ablegen müsste und nicht während der effektiven Prüfung/Reparatur benutzen könnte. Die Bedienung per Sprachsteuerung wäre seine präferierte Methode in allen Fällen.	Fazit TP 2 ist sehr überzeugt von einer Tablet-Lösung, weil er die Bedienung vom Smartphone gewohnt ist. Er würde den Kompromiss in den Kauf nehmen, nicht hands-free arbeiten zu können. TP 2 betrachtet das Device eher als Unterstützung, wenn er Zusatzinformationen benötigt, Kollegen kontaktieren möchte und weil er viele Standorte kennt, jedoch keine Pläne der Verbindungen und Komponenten ausdrucken müsste. Er könnte diese via Tablet digital abrufen, das sieht er als klaren Vorteil.	TP 3 bevorzugt eine Tabletlösung, weil ihm die Bedienung geläufiger und komfortabler ist. Er sieht auf Anhieb kein Problem damit, dass er nicht gleichzeitig das Tablet haben (z.B. für den Remote Expert) und arbeiten kann.	Auch wenn ihm "hands-free" ein wichtiger Punkt ist, bleibt TP 4 kritisch gegenüber der Brille als Gerät. Ihm sind Tablet und die Bedienung davon vertraut. Das Konzept des Brillenprototypen bewertet er auf der anderen Seite als positiv — ihm gefällt, dass die relevanten Infos automatisch eingeblendet werden und müssen nicht extra ausgedruckt bzw. aufgerufen werden (siehe oben Feedback zur Brille).	TP 5 ist die Bedienung mit der Sprachsteuerung sehr leicht gefallen und hands-free zu arbeiten wäre ihm sehr wichtig, um durchgängig arbeiten zu können. Er könnte sich auch vorstellen mit dem Tablet während einer Störung zu arbeiten und es dann wieder abzulegen. Brille und Tablet waren für ihn gleich leicht bedienbar, die Brille fand er vom Ablauf her aber etwas intuitiver.
Hinweise haben wir für und gegen beide Geräte bekommen. 2 TPs fällt die Touch-Bedienung leichter, 2TPs bevorzugen die Sprachbedienung. Hands-free ist allen TPs ein sehr wichtiges Kriterium gewesen. Es äussert sich jedoch 3 von 5 TPs kritisch gegenüber der Brille, und zwar nicht nur aus ergonomischer oder technischer Hinsicht, sondern weil sie "ungewohnt" ist: man sehe komisch aus (TP 1) und führe Selbstgespräche (TP 2). Eine TP meinte sogar, er nimmt deshalb in Kauf, dass das Tablet nicht "hands-free" ist.				
Das Tablet muss man zwischendurch weglegen. Im Test haben alle TPs gemeint, sie würden auf das Tablet situativ zurückgreifen, entweder um sich die relevanten Teile im Schrank per AR anzeigen zu lassen, oder um Schemen/Pläne im Vollbild aufzurufen. Vorausgesetzt, die Brille lässt sich wie eine normale Brille oder Sonnenbrille tragen, könnten sich die TPs vorstellen, diese ein paar Stunden (TP 1, 2, 4) bis "ganztags" (TP 3, 5) zu tragen (Am Stück dürren sie maximal fünf Stunden arbeiten.).				

11 Validierung 2. Iteration

11.1 Testskript Usability Walkthrough

11.1.1 Ablauf

Zeit	Aktivität	
10'	Einführung HoloLens: Steuerung & Skype	
5'	Aufteilung in respektive Räume & individuelles Briefing	
25'	Szenario 1: Remote Expert mit HoloLens	
	TP 1	Gibt Anweisungen (Expert)
	TP 2	Führt aus (Benutzer)
5'	Aufteilung in respektive Räume & individuelles Briefing	
25'	Szenario 2: Remote Expert mit HoloLens	
	TP 2	Gibt Anweisungen (Expert)
	TP 1	Führt aus (Benutzer)
15'	TP 1	ODG im Vergleich
	TP 2	Abschluss-Interview
5'		Raumwechsel
15'	TP 2	ODG im Vergleich
	TP 1	Abschluss-Interview
1:45 Std. insgesamt		

11.1.2 Einleitung

Bevor wir beginnen, geben wir euch jeweils gerne eine kleine Einführung, damit ihr mit den Grundlagen vertraut seid. Im Gegensatz zum letzten Mal handelt es sich jetzt nicht um einen Lo-fi-Prototypen, sondern um die effektive Brille.

Nachher werden wir euch einige Kommunikationsaufgaben stellen, die ihr mit der Brille ausführen könnt. Anschliessend werden wir die ODG Brille in Bezug auf Tragekomfort mit der HoloLens vergleichen. Am Ende führen wir ein kurzes Interview mit jedem durch.

Wichtig ist: Nicht du wirst getestet, sondern das Gerät. Es ist unmöglich, dass du etwas Falsches tust oder sagst. Wir wollen genau wissen, was in deinem Kopf vorgeht, und wenden darum auch die «Laut-Denken»-Methode an. Versuche, alles laut zu sagen, was du gerade tust und siehst und was du gut oder schlecht findest. Falls eine technische Störung auftritt, helfen wir euch gerne, den richtigen Ausgangspunkt wiederzufinden.

Und ein letzter wichtiger Punkt: Denkt nicht zu viel darüber nach, ob die Aufgaben sinnvoll sind (ob Netzwerk oder Elektro haben wir aufgrund von fehlenden Nahaufnahmen nicht so streng einhalten können). Es geht heute nur darum, die Ergonomie der Brille zu prüfen.

11.1.3 Briefing

Rolle Experte

1. HoloLens Skype Account
2. Per Video Chat anrufen
3. Nachher siehst du, was er sieht
4. Wenn du den Bildschirm berührst,...
 - a. ... friert das Bild ein
 - b. ... siehst du ein Rad mit verschiedenen Möglichkeiten
5. Mit dem Stift, kannst du Elemente anmalen
6. Mit dem Pfeil kannst du auf bestimmte Elemente zeigen
7. Mit dem Kreuz in der Mitte kannst du das ganze Rad bewegen
8. Um die Benutzeransicht im grossen Fenster zu sehen, klicke auf das kleine Bild unten rechts

Rolle Benutzer

1. Gaze-Steuerung Einführung
 - a. Blauer bzw. weisser Punkt: Gibt an, wo du hinschaust
 - b. Mit Hover/Mouseover zu vergleichen
2. + Option 1: Gestensteuerung
 - a. Hinschauen + Air-Tap (kneifen so ähnlich wie ein Krebs)
 - b. Achte auf die Entfernung
 - c. Skype → Video Call selektieren
3. +Option 2: Sprachsteuerung auf Englisch
 - a. Hinschauen + «Select» sagen
 - b. Skype → Bei Cortana Aufforderung: «Yes» sagen

11.1.4 Szenarien

Szenario A1: Experte am PC

Du hast mal wieder Pikettdienst und erhältst ein Trouble Ticket, dass es eine Störung bei der Display-Beleuchtung am ZAM Gleis 3 Süd gibt. Allerdings befindest du dich zu diesem Zeitpunkt in Interlaken. Damit du keine Zeit verlierst, möchtest du einen Kollegen vor Ort in Luzern instruieren, welches Teil wo geprüft werden muss. Du hast alle Informationen (Schema, etc.) bei dir.

Du rufst den Kollegen, der auch Pikettdienst hat, per Skype an.

1. Sag dem Kollegen, worum es geht und dass er zuerst zum ZAM Gleis 3 Süd hin soll.
2. Frag ihn, ob irgendetwas am Display leuchtet.
3. Wiederhole seine Antwort
4. Sag ihm, er soll in den Elektro-Verteilungsraum
5. Sag ihm, er soll näher an den Schrank ran, damit du das Teil markieren kannst, um das es geht
6. Kreise Kabelnummer 545K5 auf dem Bildschirm ein (Nummer nicht sagen!)

Szenario A2: Benutzer mit HoloLens

Du hast mal wieder Pikettdienst und bist zur Zeit am Bahnhof Luzern. Dein Kollege möchte, dass du «remote» etwas für ihn ausführst, damit er ein Ticket abschliessen kann. Du hast die HoloLens aufgesetzt, wenn der Kollege anruft.

Bitte immer wiederholen, was der Kollege sagt, damit wir nachvollziehen können, ob es verständlich gewesen ist.

1. Wiederholen: Was meint der Kollege, worum es geht? Wo musst du als erstes hin?



(Störgeräusche)

2. Die Anzeigetafel leuchtet nicht
3. Wo meint er, dass du als nächstes hin musst?
4. Um welchen Schrank geht es?
5. Finde den Schrank und das Teil, um das es geht.
6. Sage, welche Kabelnummer eingekreist ist

Szenario B1: Experte am PC

Du hast Pikettdienst und bekommst eine Notification, dass ein Teil, welches du gestern bestellt hast, nun eingetroffen ist. Das Teil müsste im Elektro-Verteilungsraum am Luzerner Bahnhof ausgetauscht werden. Allerdings befindest du dich ausgerechnet zu diesem Zeitpunkt in Interlaken und wirst voraussichtlich noch den ganzen Vormittag dort sein. Damit du keine Zeit verlierst, möchtest du einen Kollegen vor Ort instruieren, welches Teil er austauschen soll.

Du rufst den Kollegen am Luzerner Bahnhof per Skype an.

1. Sag ihm, er soll in den Elektro-Verteilungsraum
2. Sag ihm, er soll näher an den Schrank ran, damit du das Teil markieren kannst, um das es geht.
3. Sag ihm, er soll das Teil 404F7 ausbauen und das neue Teil einbauen (Nummer nicht sagen!)

Jetzt hat der Kollege das entsprechende Teil aus- und wieder eingebaut

4. Sag dem Kollegen, er soll jetzt zum ZAM Gleis 3 Süd hin.
5. Frag ihn, ob das Display wieder leuchtet.
6. Wiederhole seine Antwort
7. Sag ihm, dass du kurz vor dem Mittag wieder in Luzern sein wirst und du dir das dann genauer anschaust.
8. Frag ihn, ob ihr zusammen zum Thailänder Mittag essen gehen wollt.

Szenario B2: Benutzer mit HoloLens

Du arbeitest zur Zeit an einem Auftrag am Bahnhof Luzern. Dein Kollege möchte, dass du «remote» etwas für ihn ausführst, damit er ein Ticket abschliessen kann.

Du hast die HoloLens aufgesetzt, wenn der Kollege anruft.

1. Wiederholen: Was meint der Kollege, worum es geht? Wo musst du als erstes hin?
2. Nach oben/unten/etc. schauen, nach Ausführung vom Experten
3. Kabelnummer des eingekreisten Teils bestätigen
4. Wiederholen: Wo musst du als nächstes hingehen?

 (Störgeräusche)

5. Die Anzeigetafel leuchtet nicht
6. Wiederholen: Der Kollege kommt das vor dem Mittag genauer anschauen
7. Ja!



Szenario C: ODG

Stelle dir vor, du würdest wieder vorm Schrank stehen:

1. Brille aufsetzen
2. Nach oben schauen
3. Nach unten schauen
4. Einmal damit langsam durch den Raum gehen



5. Brille wieder abnehmen

11.1.5 Interview zum Schluss

Fragen zur HoloLens

1. Sichtfeld
 - a. Hast du gut sehen können?
 - b. War dir das Sichtfeld gross genug?
 - c. War dir die Markierung deutlich genug?
 - d. Hast du auch peripher etwas wahrgenommen?
 - e. Hast du gleich gut sehen können bei verschiedenen Körperhaltungen?
 - f. Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?
2. Akustik
 - a. Hast du den Kollegen bei Ruhe gut verstehen können?
 - b. Hast du den Kollegen bei Lärm gut verstehen können?
 - c. Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?
3. Tragekomfort
 - a. Wie beurteilst du den Tragekomfort des Geräts?
 - b. Wie lange, meinst du, könntest du es am Stück tragen?
 - c. Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?
4. Akzeptanz
 - a. Könntest du dir vorstellen, diese Funktion zu benutzen, um Unterstützung von Kollegen zu erhalten oder selbst als Experte zu agieren? Wie oft?

Fragen zur ODG

1. Tragekomfort
 - a. Hast du das Gerät als bequem empfunden?
 - b. Wie lange, meinst du, könntest du es am Stück tragen?
 - c. Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?
2. ODG und HoloLens im Vergleich
 - a. Wenn du die ODG mit der HoloLens vergleichst, welche Brille ist für dich komfortabler gewesen?
3. Akzeptanz
 - a. (Fotos zeigen) Mit welcher Brille wärst du lieber in der Öffentlichkeit unterwegs?

11.2 Auswertung

11.2.1 Findings zur Software-Ergonomie

	Funktioniert gut	Funktioniert schlecht	Funktioniert nicht
Bedienbarkeit (Benutzer)	<p>Gaze- und Gestensteuerung Die überwiegende Mehrheit der Testpersonen hat Gaze- und Gestensteuer in kurzer Zeit souverän ausführen können, wobei fast alle die Geste zum Selektieren mehrfach machen mussten, bis dies vom System korrekt interpretiert wurde.</p>	<p>Gaze- und Gestensteuerung Probanden mit Gleitsichtbrille haben mehr Schwierigkeiten als andere bei der Platzierung des «Cursors» gehabt.</p> <p>Pin/Unpin Das Bild des Skype-Kollegen hätten TPs gerne per Default gepinnt gehabt. Zwei von sechs TPs haben sich ferner gewünscht, das gepinnte Bild wäre mit ihnen mitgekommen – halt nicht mitten in ihrem Sichtfeld.</p>	
Bedienbarkeit (Experte)	<p>Editiermodus 5 von 6 TPs haben den Editiermodus auf Anhieb korrekt ausgelöst, wobei die meisten (4 von 6) nicht gemerkt haben, dass das Stift-Werkzeug in diesem Modus standardmässig ausgewählt ist. Sie haben intuitiv als erstes das Werkzeug wählen wollen, was dazu geführt hat, dass sie dieses aus Versehen abgewählt haben.</p>	<p>Platzierung Pfeile TP 1, 2 und 6 haben intuitiv (und vergebens) versucht, die Richtung der Pfeil-Markierung anzugeben.</p> <p>Umgang mit Benutzer-Bild 2 TPs haben intuitiv versucht, an das Bild wie in einer Applikation nah heran zu zoomen</p>	
Erlernbarkeit	<p>Alle TPs haben die Gaze- und Gestensteuerung erfolgreich eingesetzt.</p> <p>2 Probanden haben damit etwas Mühe gehabt (Gleitsichtbrillenträger).</p> <p>Nach einem Test ist es schwierig zu beurteilen, inwiefern ein</p>		

	<p>weiterer Lerneffekt (über längere Zeit) stattfinden würde.</p> <p>Ein Proband hat gemeint, dass das alles «Übungssache» sei.</p>		
Verständlichkeit	<p>Das Konzept des Pinning (Festsetzen von Fenstern im Raum) sowie die Konzepte der Gaze- und Gestensteuerung waren für alle TPs klar, auch wenn diese in der Ausführung ein wenig Übung gebraucht haben.</p>		

11.2.2 Findings zur Hardware Ergonomie

	Funktioniert gut	Funktioniert schlecht	Funktioniert nicht
HoloLens Akustik	<p>Alle TPs haben gut hören können. Auch bei Lärm haben die TPs sich weiterhin verständigen können. Wobei drei gemeint haben, der effektive Lärm am Bahnhof wäre noch lauter.</p>		
HoloLens Sicht	<p>5 von 6 TPs haben gesagt, sie fühlen sich nicht durch die HoloLens eingeschränkt.</p>	<p>2 TPs haben die Projektionsfläche als zu klein empfunden und einer fühlte sich durch das reduzierte Sichtfeld und die Spiegelungen in der Brille irritiert.</p>	<p>Bei Kopfneigung haben die Gleitsicht-Brillenträger den Cursor teilweise kaum platzieren können.</p>
HoloLens Tragekomfort	<p>3 von 6 TPs meinen, die HoloLens wäre bequem (~20 Min.).</p> <p>3 von 6 sagen, die Brille sitze fest.</p>	<p>Allerdings haben 2 von 6 gesagt, die Brille drücke auf Kopf und Nase.</p> <p>3 von 6 meinen, das Gerät wiege etwas zu viel</p> <p>Kombinierbarkeit mit einem Helm ist oft ein Thema gewesen.</p>	
Vergleich ODG bzgl. Tragekomfort	<p>2 von 6 TPs empfinden die Gewichtsverteilung bei der ODG</p>	<p>2 von 6 TPs finden die Gewichtsverteilung schlechter bei der ODG.</p>	<p>2 TPs, die Gleitsichtbrillen tragen, können die ODG nicht zusammen mit der eigenen</p>

	<p>angenehmer als bei der HoloLens.</p> <p>5 von 6 TPs sagen explizit, sie könnten sich vorstellen, die ODG länger als die HoloLens zu tragen.</p> <p>4 von 6 TPs finden die ODG diskreter/weniger auffällig und würden damit lieber in der Öffentlichkeit unterwegs sein.</p> <p>Bei sicherheitsrelevanten Einsätzen muss zusätzlich auch ein Helm getragen werden, das wäre mit der ODG möglich.</p>	<p>Nur eine TP würde sich weigern, die ODG länger als eine halbe Stunde zu tragen. Diese drückt seiner Meinung nach zu sehr am Kopf.</p>	<p>Brille tragen.</p>
--	--	--	-----------------------

11.2.3 Findings zur Akzeptanz

	Positiv	Neutral	Negativ
Allgemein	<p>Eine TP war richtig begeistert.</p> <p>Alle haben die Szenarien gut durchgespielt. Keiner beschwert sich, dass unrealistische Aufgaben gestellt oder nicht nützliche Funktionen vorgegeben worden seien.</p> <p>Alle TPs haben sich bezüglich der Funktionalität «Remote Expert» positiv geäußert.</p>	<p>5 von 6 waren eher neutral (auf keinen Fall negativ)</p> <p>Eine TP sagt, sie würde die Brille im Gleisbereich ablegen, da sie sonst zu fokussiert wäre auf das, was direkt vor ihr wäre.</p> <p>Einer meinte, er würde sich gut überlegen, wann genau er die HoloLens trägt (da seine Sicht nach unten beeinträchtigt worden ist).</p>	<p>Zwei waren etwas überfordert mit der neuen Technologie, aber sie haben beide die Frustration nicht deutlich zum Ausdruck gebracht.</p>

11.2.4 Tabellarische Ansicht aller Ergebnisse

Auswertung Ergonomie Walkthrough SBB Smart Assistent, 11. & 12.12.2017		Participant ID						
ID	Thema	Frage	1	2	3	4	5	6
1	DEMOGRAFISCHE DATEN		Netzwerkspezialist	Netzwerkspezialist	Elektromonteur, Stellvertreter	Netzwerkspezialist, Standortleiter	Elektromonteur	Spezialmonteur TC, Telekommunikationstechniker, GSM-R Spezialist, SuperUser
1.1	Beruf	Was ist deine Berufsbezeichnung?	Nein	Nein	Ja, Gleitsichtglas (Varilux)	Ja, Lesbrille (zieht er an und ab)	Ja, Korrekturbille mit Gleitsicht	Nein
1.2	Schwermögen	Ist TP Brillenträger?	25	Mitte vierzig	55	Mitte vierzig	48	Mitte bis Ende vierzig
1.3	Alter	Wie alt bist du?	2	17	33	-	14	16
1.4	Erfahrung	Wie lange arbeitest du in der Rolle bei der SBB?	2	2	3	4	5	6
2	BEOBACHTUNG ROLLE "EXPERTE"		Führt die erlernten Interaktionen selbstständig ohne Probleme aus.	Edit Scene, Controls schieben, Stilt und Pfeil, Löschen, Screenshots machen (hat allerdings das falsche Icon am Anfang gewählt)	Er benötigt Unterstützung beim Anrufen via Videobild und beim Aufrufen und Verschieben vom Menu.	Klickt einfach aufs Bild, wenn er editieren möchte, wählt Stilt, Aufrufen und Verschieben tut er neu einfrieren. Verschieben tut er nur auf Aufforderung	Verklickt sich anfangs, um Bild zu editieren, braucht etwas Unterstützung, aber führt die Funktionen dann ohne Probleme aus und probiert selbständig auch parallel zur Markierung mit Stilt das Pfeil-Werkzeug aus.	Klickt ins Bild, um es einzufrieren, malt mit dem Stilt. Nachdem er versucht, die Palette wegzuklicken, schiebt er es auf Aufforderung an die Seite
2.1	Eriernbarkeit	Hat Experte verständliche Anweisungen durchgegeben? Haben sie zu dem gewünschten Verhalten vom Benutzer geführt?	Ja, Lug es bitzeli abe, geh näher ene. Stop stop. Moment, noch a chl! abe. Stop, genauso luge. Moment schnell, ich tu es dir jetzt anzeichnen, welches du musst usbaue.	Ja, Nach oben und unten, ein Schritt zurück, langsam nach unten, in die Knie gehen, näher gehen, etc... Und später: "E chl links. Stop."	Ja, Näher ane go, ufe ufe. Sagt ein Sicherungselement sollte es sein. Moment, stop, ja.	Ja, Näher, "so ist gut", etc. Sagt dem Benutzer, was er vor hat führen, dann selbstständig. "Noch laut, was er macht und tut. (Aside: Er erkennt, dass es die Relais für die Perron-Beleuchtung sind)	Ja, Mit Unterstützung den Benutzer näher an den Schrank führen, dann selbstständig. "Noch laut, was er macht und tut. (Aside: Er erkennt, dass es die Relais für die Perron-Beleuchtung sind)	Ja, Sicherungen, "unten bei der Relais", "näher her", Stop. Erzählt (Aside: Er erkennt, dass es die Relais für die Perron-Beleuchtung sind)
2.2	Kommunikation		Ja	Ja	Ja mit Unterstützung	Ja	Ja	Ja
2.3	Bedienbarkeit	Edit-Funktion erfolgreich aufgerufen?	Ja, beim ersten Anwählen vom Tool hat er jedoch nicht sofort bemerkt, dass das Stilt-Icon bereits ausgewählt war. Hat ohne zögern das Edit-Menu verschoben, um eine bessere Sicht auf den Kontext zu erhalten. Markierung vom Experten ist gut sichtbar und ausreichend detailliert, kann das Teil identifizieren. TP 2 erkennt Nummer.	Ja, hat aber teilweise nicht gesehen, ob "tool Z.B. Stilt an korrekt markiert und TP1 korrekt zögern das Edit-Menu interpretiert. Irritiert, dass die Interaktion "Löschen" bei Markierungen und plötzlichen Bildern unterschiedlich funktioniert.	Ja, Markierung hat er selbstständig gut ausgeführt. Markierung vom Experten ist gut sichtbar und ausreichend detailliert, kann die Teile identifizieren, die der Experte markiert, aber mit Varilux-Brille schon etwas schwieriger. Muss im unteren Teil der Varilux-Gläser durchzuschauen. TP4 erkennt die Nummer.	Die Markierung ist beim ersten Versuch ziemlich gross und umfasst drei Sicherungen. Beim zweiten Mal markiert er gut, allerdings die falsche Sicherung beim zweiten Versuch markiert (TP3 identifiziert diese korrekt). Beim dritten Versuch klappt es.	Ja, hat Stilt-Markierung und Pfeil eingesetzt. Markierung vom Experten ist gut sichtbar und ausreichend detailliert, kann die unkreisten Teile schnell identifizieren.	Ja, TP5 hat die Nummer richtig erkannt
2.4	Bedienbarkeit	Markierung erfolgreich durchgeführt?	Wechsel zwischen stille "eingefrorene" Ansicht und Benutzeransicht hat er selbstständig ohne Hilfe ausgeführt.	Auf Aufforderung. Hat nicht auf Anhebung verstanden, dass das "stille" Bild nicht mehr einzoombar ist.	Beim Aufrufen ins Benutzerbild klickt er einmal neben das Icon, beim zweiten Anlauf klappt es.	Ja, wobei er am Anfang versucht, das bestehende Bild weiter nach oben zu ziehen, als wäre es ein Momentaufnahme vom ganzen Raum gewesen.	Verklickt sich beim Wechsel zwischen dem eingefrorenen Bild und Benutzeransicht. Ab dem zweiten Versuch direkt in das Icon klappt das gut.	Nur das eine Mal hat er das Bild gewechselt, war sonst nicht nötig
2.5	Bedienbarkeit	Wechsel zwischen Ansichten erfolgreich?	Beim Testen mit den Pfeil-Markierungen ist er irritiert, dass diese nur zur linken Richtung zeigen. Beim Platzieren des Pfeils hat er nicht verstanden, dass der Spitz quasi dahin landet, wo er klickt.	Findet es "doof", dass das eigene Bild im Hintergrund ersichtlich ist	Braucht Unterstützung und etwas Übung, aber Ablauf vom Script funktioniert.	Beim Platzieren des Pfeils hat er nicht verstanden, dass der Spitz quasi dahin landet, wo er klickt. Er hat die Sicherung zuerst mal mit dem Pfeil gedeckt. Er meint, man muss extrem vorsichtig sein bei der Platzierung des Pfeils, dass es richtig rauskommt.	Es scheint ihm alles leicht zu fallen.	Nichts, es scheint ihm alles easy zu sein
2.6	Stolpersteine	Womit tut sich TP schwer?	Er ist der Funktionalität positiv gegenüber und probiert auch Bild einfügen/löschen aus und weitere Möglichkeiten mit dem Stilt zu zeichnen.	Ist eher begeistert und hat Freude beim Testen mit seinem Kollegen, macht Scherze zwischen durch. Schickt ein Selfie mit Hololens an seine Freundin	Kann sich gut in die Situation hineinversetzen. Fällt ihm leichter als die Benutzersseite mit Hololens.	Unklar, er ist sehr neutral.	Unklar, er ist sehr neutral.	Unklar, er ist sehr neutral.
2.7	Akzeptanz	Inwiefern schätzt TP die Funktionalität?	Ist eher begeistert und hat Freude beim Testen mit seinem Kollegen, macht Scherze zwischen durch. Schickt ein Selfie mit Hololens an seine Freundin	Neutral, aber er macht mit mehr Elan mit als erwartet.	Neutral	Neutral	Neutral	Neutral
2.8	Akzeptanz	TP eher frustriert oder eher begeistert?	Findet das Benutzerbild während der Navigation zum Raum am Anfang sehr nervös, merkt an "da wird einem ja fast schlecht". Im Verlauf vom Test gewöhnt er sich aber daran, findet die Perspektive vom Schrankfoto nicht ganz optimal, frontale Ansicht wäre	Er findet das "Live"-Bild nervös, würde gerne das Bild vom "Operator" (von sich selber in diesem Fall) komplett ausblenden können.	Würde gerne ans Bild ranzoomen können	Würde gerne ans Bild ranzoomen können	Würde gerne ans Bild ranzoomen können	Würde gerne ans Bild ranzoomen können

Masterarbeit: Smart-Assistance-Lösungen bei der SBB - Prototyping und Evaluation von Augmented-Reality-Systemen für Instandhaltungsarbeiten

Autoren: Jessica Goodson, Sibylle Trenck

4.4	Sichtfeld	etwas waargenommen?	Machen sie heute auch, ging gut mit HoloLens, gehen öfter in die Knie auch heute	Eigentlich schon (siehe Punkt 4.10)	Musste den Kopf oft neigen wegen der Varioux-Gläser	Sitzt fest	Natur-DIMIE: Etwas schwierig mit Gletsicht-Brille, oben für die Ferne, unten für die Nähe. Zuerst muss man schauen und dann den Kopf bewegen, damit der blaue Punkt als Cursor korrekt platziert wird.	Nichts aufgefallen, es sah alles die ganze Zeit gleich aus	
4.5	Sichtfeld	Hast du gleich gut sehen können bei verschiedenen Kopfeinrichtungen/Körperhaltungen?	Schärfe könnte noch optimiert werden. Bei der HoloLens kann man nicht unten durchschauen. Modus wechseln mit/ohne AR-View wäre gut. Würde sich aber überlegen, wann er genau die HoloLens trägt.	Er denkt, die Augen werden schneller müde, weil man nicht ganz scharf sieht. Seine Augen liegen z.B. etwas näher beieinander als im Durchschnitt — er könnte sich vorstellen, dass es zu einer Schnittpunktverschiebung führt bei der Brille. Die drei Schichten stören.	Hat das zum ersten Mal so eine Brille getestet, ist gewöhnungsbedürftig, vor allem mit Varioux-Gläser. Es war auch neu, damit zu arbeiten.	Einfache Handhabung/Orientierung	Das Gewicht ist besser verteilt, aber man kann keinen Helm tragen.	Das nicht gepinnte Bild ist komisch, aber allgemein positiv überrascht	
4.6	Sichtfeld	Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?	Ja	TP1 war immer gut zu hören.	Ja	Ja	Ja, bei Ruhe ist immer besser.	Könnte deutlich hören	
4.7	Akustik	Hast du den Kollegen bei Ruhe gut verstehen können?	Ja ging auch, Lautstärke war realistisch.	Ja, allerdings war der Bahnhofsärm nicht realistisch. Der ist jetzt von links gekommen, wäre aber am Bahnhof 360°. Wenn eine Lokomotive bzw. Zug einfährt, ist sehr laut bzw. der Lärm zu Stosszeiten.	Hat sich nicht ablenken lassen. Geräusche waren wie am ZAM, in der Realität noch lauter.	Hat er gut hören können, er war "positiv überrascht". Sowohl als Experte wie auch Benutzer hat er gut hören können.	Ja, in der Realität sind die Durchsagen noch lauter.	War verständlich, hätte aber gerne lauter gemacht (war auf höchste Stufe)	
4.8	Akustik	Hast du den Kollegen bei Lärm gut verstehen können?	-	Wirklich gut.	-	Er ist positiv überrascht gewesen. Auf beiden Seiten war der Sound gut.	Am Nael würde man auch nicht besser verstehen bei lauten Durchsagen. Am besten Bild einfrieren und dann ruhigen Ort suchen, um zu kommunizieren.	Bei Umgebungsgeräusche bleibt er skeptisch	
4.9	Akustik	Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?	War bequem zu tragen, hat aber Gewicht und nicht ganz so bequem wie eine normale Brille, wie die ODG	Vom Sitz gut, aber Gewicht hat gestört. Aber nicht wegen Motorradhelm wäre schwerer). Das Gerät drückt auf die Nase. 30-45 Minuten	Hat sehr fest gegessen, wie ein Helm. Hat schon gedrückt am Kopf und mit zusätzlicher Brille nicht ganz ideal.	Bequem, auch mit Lesebrille.	Bequem, das Gewicht ist gut verteilt über das Gestell.	Hebt gut und hat nirgends gedrückt. Relativ schwer allerdings.	
4.10	Tragekomfort	Wie beurteilst du das Tragekomfort des Geräts?	Würde die HoloLens nur tragen, wenn er sie wirklich braucht, max. 1 h	-	ca. 1h	Nicht über längere Zeit (er konnte nicht spezifischer sein)	ca. 1h am Anfang, man muss sich daran gewöhnen	Eine Stunde oder zwei. Auf jeden Fall länger als eine halbe Stunde.	
4.11	Tragekomfort	Wie lange meinst du, könntest du es am Stück tragen?	-	Geht es in Kombination mit einem Helm? Praktisch wäre, wenn es wie ein Accessoire ähnlich Schutzscheibe im Helm montiert werden könnte. Er vermutet, das geht eher nicht mit der HoloLens. Negativ aufgefallen ist, dass das Skype-Fenster per Default nicht gepinnt ist. Es wäre besser, wenn Fenster standardmäßig entweder links oder rechts vom Benutzer gepinnt wäre.	Es war kein Problem mit der Lesebrille — diese auf und absetzen. HoloLens war bequem, er kann sich nur nicht vorstellen, die über längere Zeit zu tragen. Gewicht hat ihn nicht gestört.	Fragt, ob die Lautstärke am Gerät geregelt werden kann.	Das Gestell ist insgesamt sehr gross, da Computer integriert		
4.12	Tragekomfort	Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?	Ja, schaffen heute schon mit Spezialisten per Telefon zusammen, ist einfacher nachvollziehbar, wenn sie das Bild dazu haben und auch sehen, was sie machen im Piktet. Und fast täglich haben sie auch Austausch mit Kollegen per Telefon.	Ja, aber es gibt noch einige Störaktionen, z.B. nimmt er Reflexionen in der Brille wahr, die mit der Zeit sehr ermüdend wären	Ja erhält oft Telefonanrufe vom TEB und kann sich auch vorstellen damit zu arbeiten, aber nur direkt am Einsatzort. Vier Augen sehen mehr als zwei.	Ja, die Funktion Remote Expert findet er "sehr überzeugend". Skype ist genau das, was sie gebrauchen könnten. Interessant wäre es zu sehen, wie die Brille mit Aufrufen von Dokumenten ausschaute.	Jeder ist unterschiedlich stark auf seinem Gebiet (Elektronik/Netzwerk) Woche.	Ja, durchaus, 2x oder 3x die Woche.	
4.13	Akzeptanz	Könntest du dir vorstellen, diese Funktion zu benutzen, Kollegen zu erhalten oder selbst als Experte zu agieren? Wie oft?	Der Spatial Sound ist ihm aufgefallen. Er hat z.B. gemerkt, dass das nicht gepinnte Skype-Fenster (mit dem "Operator", d.h. Experten) von links angeschleppt gekommen ist. Hat ihm gut gefallen.	Die Luftfeuchtigkeit kommt dann noch dazu, wenn man draussen ist, da möchte man die andere Brille gern abziehen.	Die Luftfeuchtigkeit kommt dann noch dazu, wenn man draussen ist, da möchte man die andere Brille gern abziehen.	Das schleppende Bild war nicht auf Anhieb klar. Es stört, dass es nur zwei Optionen hat (gepinnt im Raum oder nicht gepinnt). Er hätte das Bild auch gerne mit fixer Position in Bezug auf die eigene Position pinnen können.			
4.14	Sonstiges		1	2	3	4	5	6	
5	VERGLEICH ODG		Ist sehr bequem, wie eine größere Sonnenbrille	Die ODG drückt auf die Schläfen, die Gewichtverteilung ist weniger gut als bei der HoloLens	Kann die ODG nicht zusammen mit der eigenen Brille tragen. Der Druck ist weniger und man hat mehr Freiheit, weil man unten durchschauen kann.	Die ODG empfindet er als viel angenehmer als die HoloLens, vor allem wenn man effektive Handlungen vornehmen muss.	Kann die ODG nicht zusammen mit der eigenen Brille tragen. Ist eher eine Brille als die HoloLens.	Die ODG ist weniger schwer. Sitzt auch gut und bedeckt nicht das ganze Sichtfeld. Drückt allerdings auf die Nase — das ganze Gewicht ist auf den einen Punkt.	

Wie kammerl, d, den

5.1	Tragekomfort	Tragekomfort des Geräts?	Länger als mit der HoloLens (1h), Brille wie man sie kennt, kein grosses Gestell	Maximal eine halbe Stunde	Länger als HoloLens > 1h und mehr fühlt sich wie eine normale Brille an	Stundenlang (auch hier nicht spezifisch, aber länger als die HoloLens). Er meint, es kommt darauf an, ob einem Brillen tragen gewöhnlich ist. Bei einem Störfall wären sie niemals 5 Stunden lang an einem Teil fixiert.	Länger als HoloLens, weil wie eine normale Brille. Heute legt man mit Telefon immer zwischen durch auf und arbeitet dann weiter, z.B. die Leiter aufrufen und dann Experte anrufen. Man muss sich daran gewöhnen, ca. 1 h.	Etwas gleich lange oder etwas länger.
5.2	Tragekomfort	Wie lange meinst du, könntest du es am Stück tragen?	Ist angenehmer zu tragen, hat einen schmalen Kopf, würde die ODG bevorzugen. Man kann auch unten durchschauen	Im Helm könnte die ODG sicher montiert werden, und sie ist leichter verstaubar (könnte z.B. in der Gürteltasche getragen werden). Die HoloLens ist zu gross. Würde im Auto liegen und daher sicher gut verpackt sein müssen.	HoloLens ist insgesamt bequemer sagt er. Anm.: wohl eher, weil er die eigene Brille drunter aufsetzen kann	Vom Gewicht her sind beide okay. Er fühlt sich weniger eingeschränkt durch die ODG.	Bei Gewissen Umständen muss zusätzlich auch ein Helm getragen werden, das wäre mit der ODG möglich. Ist aber schon schwerer als eine normale Brille und das Gewicht liegt auf der Nase, nicht verteilt wie bei der HoloLens. Nachteil ist, dass man die eigene Brille nicht darunter tragen kann. Und würde die ODG auch nur bevorzugen, wenn Gaze-/Gestensteuerung möglich wie bei HoloLens.	Er vermutet, das Sichtfeld ist besser bei der HoloLens (haben wir aber nicht explizit vergleichen können)
5.3	Tragekomfort	Allgemeine Bemerkungen? Positives/Negatives aufgefallen?	Reagiert positiv auf das Bild, kann sich das gut vorstellen. Beim Versuch die Brille wie eine Sonnenbrille auf dem Kopf oben zu platzieren, fällt das Nasenteil allerdings ab. Braucht die HoloLens nicht oft im Publikumsbereich, ist mehr in den Räumen unterwegs.	Mit der ODG wäre er lieber in der Öffentlichkeit, die HoloLens findet er aber bequemer	Könnte man auch anbehalten, wenn man draussen unterwegs ist. Ist weniger auffallend als HoloLens.	Kommt für ihn mehr auf die Funktionalität drauf an bzw. ist es eine Sicherheitsfrage (evtl. wird ergänzt werden müssen, meint er). Man ist oft alleine unterwegs (d.h., nicht im öffentlichen Raum) Mit der HoloLens dürfte man sicher nicht alleine sein. HoloLens auch auffälliger, da wird man mit mehr Fragen von Fahrgästen konfrontiert.	ODG, weil eher wie eine normale Brille.	ODG, weil diskreter.
5.4	Akzeptanz	Mit welcher der zwei Geräten würdest du lieber in der Öffentlichkeit auftreten (Vergleich Bild)			55 Jahre, 33 Jahre Erfahrung, Elektromonteur und stv. Teamleiter, Luzern und Umgebung, bei den zusätzlichen Stationen seit zwei Jahren, z.B. am GET kennt er sich nicht so gut aus			
5.4	Sonstiges							

12 Reflexion

12.1 Sachreflexion: Discover & Define

Warum ist das gesetzte Ziel relevant? Welches Problem wird damit gelöst?

- Heutzutage bauen viele grosse Unternehmen in der Schweiz UX-Teams intern auf. Es braucht jedoch Zeit, bis die Grundlagen von User Centered Design im Unternehmen durchgedrungen und fest verankert sind. Da UX-Ressourcen z.B. zuerst für Kundenprojekte beansprucht werden, fehlt häufig die gleiche Unterstützung für Enterprise-Tools.
- Das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten von AR ist sehr vielfältig und unser Ziel war es, ein bestimmtes Problem zu lösen, welches den Fokus auf einen Fachbereich legt.
- Wenn der Scope zu breit ist, besteht die Gefahr, dass versucht wird, eine generische Lösung für eine Vielzahl von Mitarbeitenden zu entwickeln, die im schlimmsten Fall gar keinem Mitarbeiter eine relevante Unterstützung mit Mehrwert bietet.
- Es besteht zudem das Risiko, dass eine neue, «innovative» Technologie aufgezwungen wird, bevor evaluiert werden kann, ob sie auf Akzeptanz stossen wird.

Weshalb wurde zur Erreichung eines bestimmten Ziels eine bestimmte Methode verwendet?

- Es war vor allem wichtig, die Geschäftsziele zu berücksichtigen, während wir die Bedürfnisse der Nutzer evaluieren und priorisieren. Lean UX haben wir gewählt, weil es genau dies ermöglicht. Das Vorgehen unterstützt zudem den empirischen Teil des Prozesses durch die Formulierung von Geschäfts- und Benutzerannahmen, die als Hypothesen und Fragestellungen umformuliert und wiederum validiert werden können.
- CIs helfen den Kontext einer Domäne genau kennenzulernen und die Probleme der Anwender zu verstehen. Bei Fragen konnten wir nachhaken, wenn ein Arbeitsschritt z.B. unklar war oder wenn wir wissen wollten, warum das genau so gemacht wird und nicht auf eine andere Art und Weise und welche Abhängigkeiten, respektive unternehmensinternen Prozesse eine Rolle spielen.
- Da wir eine visionäre Aufgabenstellung verfolgen und die Technologie noch neu ist, konnten wir uns mithilfe des Foto-Storyboards und der Analyse der IST-Situation einen Überblick über die aktuelle Situation verschaffen und diese im Team besprechen.
- Zur Analyse der IST-Situation haben wir vor allem szenarienbasierte Methoden von Kim Goodwin herangezogen. Mit den Annahmen zur Ad-hoc-Persona sowie der Evaluation von Pain Points und Opportunity Areas anhand der User Journey konnten wir die Aufgaben der Benutzer modellieren und uns langsam an die Bedürfnisse derselben herantasten. Die Erstellung eines SOLL-Szenarios hat uns anschliessend geholfen, ein besseres System zu konzipieren.
- Die Formulierung von «How-Might-We»-Fragen haben wir eingesetzt, um innovative Lösungsideen für die identifizierten Probleme zu provozieren.

Welche Methoden wären für diese Zielerreichung auch noch in Frage gekommen, weshalb wurden sie nicht verwendet?

- Um den analogen Workflow in ein digitales System zu übertragen, hätten wir Mayhews Work Reengineering einsetzen können. Stattdessen haben wir den szenario-basierten Ansatz von Goodwin zur Analyse von Benutzeraufgaben bevorzugt. Obwohl diese Methode fast zwei Jahrzehnte nach der Veröffentlichung von *The Usability Lifecycle* gelehrt wurde, sind wir der Ansicht, dass Mayhew sie als eine valide Alternative zu «Reengineering Work Models» betrachtet hätte. Schon damals verwies sie auf eine 1995 entwickelte, szenario-basierte Methode von Rosson und Carroll, anhand derer Benutzer-Tasks analysiert und Erkenntnisse direkt in die Entwicklung von SmallTalk-Anwendungen eingebunden wurden.

Welche Methoden/Techniken haben sich bewährt, welche nicht? Nach welchen Kriterien kann eine Methode bewertet werden?

- Der Double-Diamond-Designprozess hat sich als Vorgehen bewährt, denn der Ansatz legt vor allem Wert darauf, im ersten Schritt das richtige Problem zu identifizieren, was bei einem UCD-Prozess wie z.B. nach ISO 9241-210 nicht unbedingt im Fokus liegt. Lean UX hat uns in diesem Vorgehen unterstützt, indem wir Hilfsmittel (Worksheets) daraus zur Formulierung von Problem Statements, Annahmen und Hypothesen einsetzen konnten.
- Das Foto-Storyboard haben wir nach einer Besprechung mit unserem Coach eingesetzt, um ein visuelles IST-Szenario zu erarbeiten, welches den aktuellen Arbeitsprozess sehr detailliert abbildet. Da wir unser Testskript auf das Storyboard aufbauen konnten, hat sich die Methode sehr bewährt und wir würden diese wieder einsetzen.

Wie haben wir bei Problemen reagiert?

- Auf Probleme haben wir konstruktiv und flexibel reagiert; so haben wir z.B. eine Situation mit dem Team in Luzern ausgewählt, welche gut simulierbar und auf weitere Bahnhöfe in der Schweiz übertragbar ist.

Welche Stakeholder, Quellen und Hilfsmittel haben sich bewährt, welche nicht? Weshalb?

- Unsere Stakeholder bei der SBB vom TMB haben uns beim Zugang zu den Benutzern unterstützt.
- Der Teamleiter in Luzern hat die Termine mit den Benutzern in Abstimmung mit unserer Projektplanung koordiniert und uns Material/Quellen zur Verfügung gestellt, mit denen die Mitarbeitenden arbeiten.
- *Design for the Digital Age* von Kim Goodwin, *Lean UX* von Jeff Gothelf und Josh Seiden sowie das Design Kit von IDEO waren unsere präferierten Referenzen in methodischer Hinsicht.
- *Einblicke in die Erweiterte Realität* von Tönnis ist, wenn auch schon etwas älter, eine gute Quelle zu Augmented Reality, um sich die Basics anzueignen.
- Google Docs als kollaborative Plattform hat sich wieder bewährt. Wir haben zudem Google Sheets dieses Jahr öfter als in vergangenen Jahren benutzt, um erhobene Daten zu

vergleichen. So fiel es uns leichter, Daten im Überblick zu betrachten und daraus Fazits entsprechend den Erkenntnissen zu formulieren (z.B. «2 von 6 TPs»).

12.2 Sachreflexion: Develop & Deliver

Warum ist das gesetzte Ziel relevant? Welches Problem wird damit gelöst?

- Das Sketching hat wesentlich dazu beigetragen, sich mit dem Arbeitsumfeld und den identifizierten aktuellen Stolpersteinen der Benutzer auseinanderzusetzen und mehrere Ideen auszuprobieren.
- Anhand der Low-Fidelity-Prototypen konnten wir erste Schlussfolgerungen aus unseren Annahmen ziehen.
- Weil diese Technologie so neu ist, konnten wir bei der Erarbeitung von Lösungen auf keine Erfahrungen zurückgreifen. Deshalb war es wichtig, viele Ideen in Betracht zu ziehen.

Weshalb wurde zur Erreichung eines bestimmten Ziels eine bestimmte Methode verwendet?

- Die Betriebssysteme von HoloLens und ODG sind nicht identisch. Wenn wir einen vergleichenden Software-Ergonomie-Test hätten machen wollen, so wäre die Voraussetzung hierfür gewesen, dass auch die identische Software implementiert ist.
- Dies konnten wir in der Ausgangslage nicht gewährleisten. Daher haben wir uns dafür entschieden, lediglich einen vergleichenden Hardware-Test zum Tragekomfort mit Benutzern durchzuführen.
- Die Methoden des Design Thinking haben uns vor allem in der Lösungsphase dabei geholfen, viele Ansätze zu explorieren und die besten davon zu Konzepten zu bündeln.
- In Bezug auf Interface Design: Unsere besten Vermutungen bezüglich Design und Zweckmässigkeit eines Geräts basierten weitgehend auf dem, was wir von Experten gelernt hatten. Um unsere Annahmen zu überprüfen und eine weitere Richtung für das Design festzulegen, haben wir uns für eine Komplettlösung mit zwei Prototypen entschieden. Nur so hatten wir das Gefühl, dass wir genügend Benutzereingaben sammeln können, um voranzukommen.
- Den Walkthrough fanden wir angebracht, weil unsere Prototypen noch weit entfernt von einer echten User Experience waren.

Welche Methoden wären für diese Zielerreichung auch noch in Frage gekommen, weshalb wurden sie nicht verwendet?

- Eine weitere Validierung zwischen Konzeptskizzen und den ersten Prototypen hätte eventuell dazu geführt, dass wir das eine oder andere Konzept verworfen und uns völlig auf ein Konzept konzentriert hätten. Die Zeit für den ersten Test hatten wir zu knapp angesetzt. Wenn wir nur ein Konzept anhand von zwei Devices getestet hätten, hätten wir mehr Zeit gehabt.
- Unsere beiden Konzepte hätten wir in einer weiteren Iteration auch als High-Fidelity-Prototypen testen können, damit das Feedback nicht durch die reduzierte

Wiedergabetreue des Prototypen beeinflusst wird, sondern sich auf wesentliche Aspekte der Konzepte fokussiert. Die dafür nötige Zeit stand uns jedoch im Rahmen des Projekts nicht zur Verfügung, doch wird ein solches Projekt als Ausblick bzgl. weiterer Schritte empfohlen.

Welche Methoden/Techniken haben sich bewährt, welche nicht? Nach welchen Kriterien kann eine Methode bewertet werden?

- Beim Low-Fidelity-Prototyping sind wir uns unschlüssig, ob sich diese Methode tatsächlich bereits zur Evaluation eines Gerätetyps eignet, weil die Diskrepanz zu einer finalen Lösung doch sehr hoch ist. Nachdem wir einen Low-Fidelity-Prototypen einer Datenbrille und nachfolgend die HoloLens als High-Fidelity-Prototypen getestet hatten, erhielten wir widersprüchliche Aussagen zur Akzeptanz aus Sicht der Benutzer. Dies fassen wir als Kriterium auf, dass sich die Methode zwar gut dafür eignet, ein grobes Konzept kostengünstig zu validieren, jedoch eine gesamtheitliche Betrachtung inklusive High-Fidelity-Prototyping notwendig ist, um Schlussfolgerungen zur Geräteauswahl zu treffen.
- Wir haben von den Methoden profitiert, die in IDEOs Human-Centered Design Toolkit beschrieben sind. Die Phase «Implementation» stimmt gut mit den Phasen Develop und Deliver des Double Diamond überein. Die How-Might-We-Fragen fanden wir z.B. sehr hilfreich, um mögliche Lösungsansätze zu erarbeiten. Erst im Nachhinein haben wir die Anleitung zu How-Might-We-Fragen von der d.school gefunden, welche viel ausführlicher sind und mehrere Varianten enthalten, was vermutlich noch weitere Ideen hervorgebracht hätte.
- Im Ersten Walkthrough haben wir die Wizard-of-Oz-Methode eingesetzt, welche uns als Methode zur Evaluation von AR-Konzepten empfohlen wurde. Dies hat sich auf jeden Fall bewährt. Wir haben noch zusätzlich Audio-Feedback simulieren wollen, waren aber mit den vielen beweglichen Teilen und Folien sowie dem Spaziergang durch den Raum zu zweit etwas überfordert. Es würde sich lohnen, in diesem Fall eine dritte Person dabei zu haben, die sich auf die Dokumentation des Testdurchlaufs konzentriert.

Wie haben wir bei Problemen reagiert?

- Bei Hürden haben wir die Alternativen betrachtet, die auch möglich waren, und unsere Projektplanung entsprechend angepasst. Den zweiten Walkthrough hatten wir eigentlich früher eingeplant. Da ein Testgerät – die HoloLens – bei der SBB Ende November intern benötigt wurde, haben wir uns informiert, ob wir bei einem anderen Unternehmen das Gerät ausleihen können. Dies stellte sich jedoch als schwierig heraus und wir haben die Termine für den zweiten Test auf Anfang Dezember verschieben müssen. Letztendlich haben wir die Zeit aber konstruktiv genutzt, am Bericht gearbeitet und keinen Nachteil verspürt.
- Ein Problem war unsere Abhängigkeit in Bezug auf die Geräte. Nachdem uns zugesichert worden war, auf der ODG laufe Skype, haben wir festgestellt, dass dies doch nicht der Fall ist. Wir haben daher die zwei Geräte nur bezüglich Tragekomfort vergleichen können,

weil wir keine vergleichende Software-Experience herstellen konnten, um auch Sicht und Akustik zu vergleichen.

- Im zweiten Test hätten wir auch gerne die Sprachsteuerung getestet, nur leider hat die Spracheingabe mit «Cortana» auf der HoloLens nicht zuverlässig funktioniert. Um genau solche Probleme zu vermeiden, hatten wir uns vor dem Test einen ganzen Tag lang mit beiden Geräten vertraut gemacht, vermochten aber Cortana trotzdem nicht konstant zu aktivieren.

Welche Stakeholder, Quellen und Hilfsmittel haben sich bewährt, welche nicht? Weshalb?

- In dieser Phase waren wir sehr auf unsere Benutzer fokussiert und haben einen engen Kontakt zum Teamleiter in Luzern gepflegt, der uns ideale Testbedingungen ermöglicht hat. Des Weiteren hat uns das Mobile-Team der SBB die Geräte zur Verfügung gestellt und bei offenen Fragen zur Technologie unterstützt.
- Wie oben bereits erwähnt, war uns das Human-Centered Design Kit von IDEO hier behilflich. Bezüglich Prototyping und Interface Design hat uns vor allem die Expertin Ines Lindner sehr hilfreiche Inputs geliefert.

12.3 Leistungsreflexion

Was war das inhaltliche Ziel der Arbeit? Sind wir mit dem Erreichten zufrieden?

- Wir haben ein erstes Framework zur Entscheidung entwickeln können, um festzustellen, in welchen Organisationseinheiten die Geschäftsziele mit Augmented Reality am ehesten erreicht werden können.
- Von unseren Experten haben wir erfahren, welche Interaktionskonzepte und Usability Kriterien beim Entwurf eines AR-Systems berücksichtigt werden müssten. Mit denselben haben wir uns leider nicht vollumfänglich auseinandersetzen können, sind aber mit dem Ansatz zufrieden.
- Wir haben einen ersten Schritt getan, um UCD im Unternehmen weiter zu verankern. Das Konzept hätten wir gerne weiter iteriert und als mid- oder high-fidelity Prototyp getestet.

Wurden die Ziele erreicht?

- Zum grössten Teil. Wir haben viel Zeit in die erste Hälfte investiert (Discover- und Define-Phasen). Das hat dem einen unserer Ziele, nämlich dem, den richtigen Kontext zu identifizieren, gut getan, aber unserem zweiten Ziel in Bezug auf Interaction Design haben wir dafür weniger Zeit schenken können.

Was macht eine gute, zufriedenstellende Arbeit aus?

- Für eine Arbeit, bei der die Benutzer im Zentrum der Entwicklung stehen, ist die Grundvoraussetzung, dass der Zugang zu eben diesen Benutzern auch gewährleistet wird. Diesen Punkt konnten wir frühzeitig abklären und sind sehr zufrieden mit der

Kollaboration zwischen den Stakeholdern und Benutzern, mit denen wir einen produktiven Austausch pflegen konnten.

- Vor allem wichtig ist, dass sich die Projektmitglieder gut ergänzen. Eine konstruktive Zusammenarbeit erfordert, dass man sich gegenseitig herausfordert, es setzt aber auch voraus, dass man schnell einen Konsens findet. Dabei ist es auch wichtig, dass alle Projektmitglieder die Verantwortung gleichermaßen mittragen.

Stimmen Terminplan und effektiver Arbeitsverlauf überein? Wo, wann und warum mussten wir vom Plan abrücken?

- Von der ursprünglichen Projektplanung sind wir in einigen Punkten abgewichen. Zum einen haben wir viel mehr Zeit in die Discover- und Define-Phasen investieren müssen, um eine geeignete Situation zu finden, für die wir eine Lösung mit AR konzipieren und validieren konnten. Zum anderen hatten wir den zweiten Walkthrough eigentlich viel früher geplant, weil wir bis Ende November eigentlich den praktischen Teil der Arbeit abschliessen wollten.

In welche Aktivitäten haben wir rückblickend zu viel Zeit investiert? Warum?

- Wir sind nicht der Ansicht, dass wir weniger Zeit hätten investieren sollen, wir hätten vielmehr Benutzer und Stakeholder gerne noch stärker in die Arbeit involviert. Dadurch, dass wir lediglich einen Tag pro Woche für diese Arbeit zur Verfügung hatten, war es uns nicht immer möglich, diesen Tag beim Auftraggeber zu verbringen.

Welches waren erfolgreiche Arbeitsschritte? Woran kann man den Erfolg erkennen?

- Immer wieder fanden wir den praktischen Ansatz von Kim Goodwin sehr hilfreich, um Benutzer, ihre Aufgaben und deren Umfeld zu modellieren. Man erkennt daran den Erfolg, dass wir überhaupt dazu in der Lage gewesen sind, einen Prototypen zu testen, mit dessen Hilfe Benutzer Feedback liefern und wir für unsere Arbeit wichtige Erkenntnisse ableiten konnten.
- Der Prozess zwischen der Formulierung von Problem Statements, Annahmen sowie Hypothesen und der Validierung von Lösungsideen hat sehr viele «Aha»-Momente herbeigeführt. Während der praktischen Ausführung unserer Aktivitäten haben wir diese zwar erst skizzenhaft formuliert und später im Bericht verdichtet, aber das methodische Vorgehen nach Lean UX hat uns bei der Erarbeitung einer erfolgreichen Lösung wesentlich unterstützt.

Wo waren wir unsicher?

- Als es um den vergleichenden Hardware-Test gegangen ist, haben wir nicht genau gewusst, wie wir vorgehen sollten. Einen möglichen Ansatz haben wir mit unserem Coach besprochen, der uns zu dieser Frage wertvollen Input liefern konnte, welchen wir im Team anschliessend besprochen und detailliert ausgearbeitet und geplant haben.
- Mit einem UCD-Vorgehen konnten wir einen Mehrwert sowohl für den Auftraggeber als auch für den Benutzer erzielen, jedoch hat unser Vorgehen eine beachtliche Investition an Zeit verlangt. Um zu gewährleisten, dass der UCD-Ansatz im Unternehmen weiterverfolgt

wird, müsste man aufzeigen können, dass das Vorgehen mit einem hohen Return on Investment verbunden ist. In Zukunft würden wir überlegen, wie wir mit weniger Aufwand ähnlich qualitative Ergebnisse liefern können.

12.4 Team- und Lernreflexion

12.4.1 Jessica

Anfangs bei der Themenfindung habe ich mich, wie Larry Page gerne sagt, «uncomfortably excited» gefühlt. Der Einsatz von Augmented Reality in industriellen Kontexten ergab für mich mehr Sinn als all die vorherigen Anwendungsfälle, von denen ich gelesen hatte. Gleichzeitig war ich mir unsicher, wie wir für ein Augmented-Reality-System einen, geschweige denn mehrere Prototypen iterativ entwerfen sollten. Für mich lag der Reiz bei diesem Projekt darin, einmal etwas Anderes, Unbekanntes zu machen und beim Projekt wieder mal in die Rolle des UX Researchers zu schlüpfen. Anfragen zu AR-Projekten haben wir in der Agentur bislang nicht erhalten. Heute bin ich darauf etwas besser vorbereitet, weil ich mich jetzt mit diesem Thema auseinandersetzen durfte. Ich bin keine ausgebildete Psychologin, wie es die UX Researcher in der Agentur sind. Mir ist im Laufe dieser Arbeit wieder einmal bewusst geworden, welche bedeutende Rolle sie in einem Projekt spielen. Die Arbeit eines UX Researchers lenkt Interaktionskonzept, Prototyp und Validierung in die richtige Bahn. Durch dieses Projekt habe ich diesbezüglich weiter an Selbstbewusstsein gewonnen.

12.4.2 Sibylle

Bereits Anfang 2016 habe ich mich für die Technologie Augmented Reality angefangen zu interessieren und als die Themenfindung für die MAS-Arbeit relevant zu werden begann, habe ich auch zunehmend beobachten können, dass diese Technologie im Unternehmen produktiv eingesetzt werden könnte. Die Arbeit bot hier eine perfekte Gelegenheit, sich mit der Domäne vertieft auseinanderzusetzen und Erkenntnisse bzgl. der Bedürfnisse von Benutzern im industriellen Kontext bei der SBB zu sammeln. Mit Jessica habe ich eine ideale Projektpartnerin für dieses Thema gefunden, weil sie genauso grosse Freude an der Recherche und an der Ideenentwicklung hatte, nachdem ich sie vom Thema hatte überzeugen können. Diese Arbeit ist ein gemeinschaftliches Werk und auf der Basis von konstruktiver Zusammenarbeit sowie gegenseitigem Vertrauen und gegenseitiger Verlässlichkeit entstanden. Wir haben uns unterstützt, ergänzt und interessante Dialoge geführt, um das Vorgehen zu definieren und die Arbeit erfolgreich umzusetzen.

Unsere Experten haben prophezeit, klassische Displays werden in der Zukunft durch Augmented-Reality-Systeme abgelöst werden. Wann dieser Paradigmenwechsel stattfinden wird, ist jedoch noch etwas ungewiss. Die Zeit, die es gebraucht hat, bis Benutzer von der Schreibmaschine hin zum Computer gewechselt haben, war nicht unwesentlich. Es benötigt durchaus einen Generationenwechsel bis die Akzeptanz neuer Technologien vollumfänglich gewährleistet ist. Hollywood-Filme vermitteln uns seit jeher Zukunftsvisionen, die auch Realität werden können: z.B. das erste Touch-Interface-Display in «2001: Odyssee im Weltraum» oder der erste Blick auf die Möglichkeiten von Virtual Reality im Holodeck bei «StarTrek». Es wird sich

zeigen, ob sich die Zukunftsszenarien aus «Minority Report» auch in ergonomischer Hinsicht durchsetzen werden und wir die klassische Tastatur durch Gestensteuerung ablösen werden. Und sehr spannend ist auch die Frage, ob wir es völlig normal empfinden werden, wenn uns holografische Giganten auf der Strasse ein Produkt verkaufen wollen, oder wenn virtuelle Mitbewohner das Essen daheim servieren, wie es in «Blade Runner 2049» antizipiert wurde. Die Thematik wird mich weiterhin beschäftigen. Ich werde die Erkenntnisse aus der Arbeit in meinem Beruf einsetzen können und vom neu gelernten methodischen Wissen, wie z.B. dem Prototyping von AR-Systemen, profitieren.

13 Einverständniserklärung Probanden

Für sämtliche Personen, die wir für unsere Arbeit interviewt, fotografiert oder per Videoaufnahme begleitet haben, wurde eine Einverständniserklärung für die Verwendung der Aufzeichnungen eingeholt.

Einverständniserklärung SBB Mitarbeitende

Vielen Dank, dass Sie als Experte zur Verfügung stehen und uns bei unserer Masterarbeit unterstützen.

Um uns die Arbeit zu erleichtern, werden wir die Testsitzung in Bild und Ton (Foto und Video) dokumentieren. Die Aufzeichnung wird nur für unsere Masterarbeit genutzt, um die Testergebnisse auszuwerten. Die Aufzeichnung und ihr Name werden nicht veröffentlicht. Die Bilder würden wir gern in der Masterarbeit veröffentlichen. Auf Wunsch werden wir die Bilder anonymisieren. Bitte lesen Sie die folgende Erklärung und unterschreiben Sie darunter. Vielen Dank.

Ich bin damit einverstanden, dass ich in Ton und Bild aufgezeichnet werde, während ich an dem Test teilnehme.

Ich gestatte es ausdrücklich, diese Aufzeichnung zu Zwecken der Untersuchung und Demonstration der Testergebnisse intern an der HSR – Hochschule für Technik Rapperswil zu verwenden.

Ja, bitte meine Bilder anonymisieren.

Name, Vorname:

Datum, Ort:

Unterschrift:

Abb. 9 Beispiel SBB-Mitarbeitende für Kontextanalysen und Usability Walkthroughs

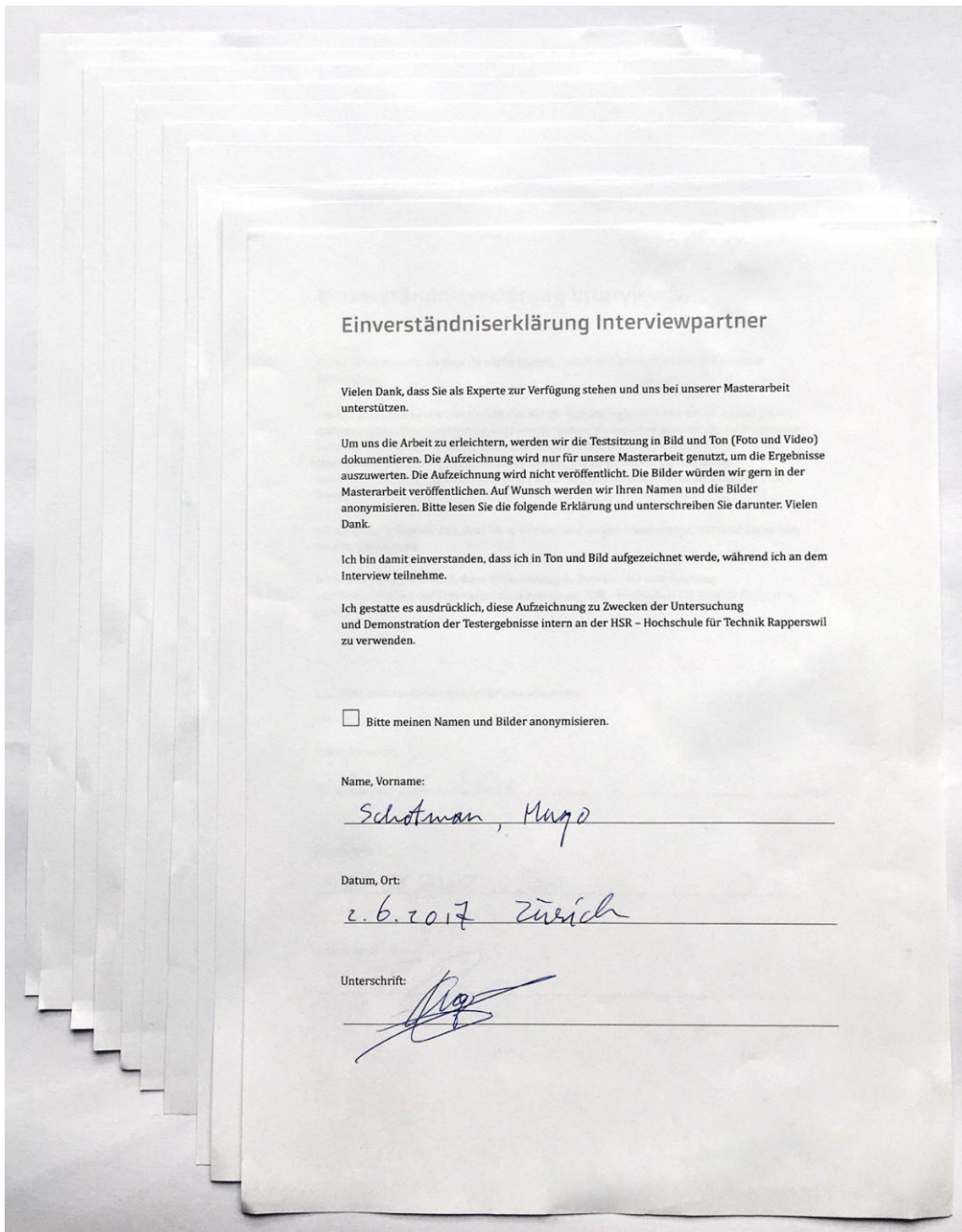


Abb. 10: Überblick Einverständniserklärungen für Experten, Stakeholder und SBB-Mitarbeitende

14 Glossar

Im folgenden haben wir Erklärungen der markierten Begriffe aus dem Bericht und weitere Begrifflichkeiten und Abkürzungen aus dem Anhang dokumentiert. Die Quellen sind u.a. das SBB Glossar, elektronik-kompodium.de, wirtschaftslexikon.gabler.de sowie wikipedia.org. Zudem haben wir die Definitionen mancher technischen Begriffe aus den Büchern *Augmented Reality: Einblicke in die erweiterte Realität* von Marcus Tönnis und *Augmented und Mixed Reality* von Dirk Schart und Nathaly Tschanz entnommen.

Anlagegattung	Zusammenfassung von Anlagen ähnlicher Natur. Umfasst Fahrbahn (FB), Fahrstrom (FS), Sicherungsanlagen (SA), Zugbeeinflussung (ZB), Ingenieurbau (IB), Natur und Naturrisiko (NN), Bahnzugang (BZ), Betriebsmittel (BM), Elektroanlagen (EA), Energie (EN), IT, Telecom (TC) und übrige Anlagen.
Anlagenart	Unterteilung der Anlagegattung und umfasst gleichartige, bauliche Elemente mit einheitlichem Management und wenn möglich entsprechender Abschreibungsdauer (z.B. Gleis und Weichen der Anlagegattung Fahrbahn). Die Feinunterteilung erfolgt je nach Anlagegattung. Beispiele von Anlagenarten der Anlagegattung Fahrbahn: Gleis, Weiche, Unterbau, Bahnübergang. Die Anlagenart dient als Bindeglied zwischen Geschäft (Technik) und der Betriebs- und Finanzbuchhaltung. -> siehe auch Anlagegattung
Augmented Reality	Bei Augmented Reality (AR) wird die reale Umgebung eines Benutzers mit digitalen Informationen, interaktiven Elementen oder Animationen erweitert.
Augmented Virtuality	Augmented Virtuality (AV) ist eine Unterkategorie von Mixed Reality, die sich auf die Verschmelzung realer Objekte in virtuelle Welten bezieht. AV bezeichnet vorwiegend virtuelle Räume, in denen physische Objekte oder Personen dynamisch in Echtzeit in die virtuelle Welt integriert werden.
BASYS – Basis Anlagenmanagement System	Das Projekt BASYS ist nach dem Programm DINAR der zweite Schritt um die Vision von standardisierten, einheitlichen Inventardaten von hoher Qualität umzusetzen. Nachdem mit DINAR vor allem ein Inventar für Telecom und Elektroanlagen erstellt und über Standardservices zur Verfügung gestellt wurden geht es im Projekt BASYS darum, die Anlagendaten aus DfA auf gleiche Art und Weise zur Verfügung zu stellen. -> siehe auch DINAR, DfA

Blockchain	Eine Blockchain ist eine kontinuierlich erweiterbare Liste von Datensätzen, genannt «Blöcke», welche mittels kryptographischer Verfahren miteinander verkettet sind. Jeder Block enthält dabei typischerweise einen kryptographisch sicheren Hash des vorhergehenden Blocks, einen Zeitstempel und Transaktionsdaten.
Building Information Modeling	Building Information Modeling (kurz: BIM; deutsch: Bauwerksdatenmodellierung) beschreibt eine Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden und anderen Bauwerken mit Hilfe von Software. Dabei werden alle relevanten Bauwerksdaten digital modelliert, kombiniert und erfasst. Das Bauwerk ist als virtuelles Modell auch geometrisch visualisiert (Computermodell). Building Information Modeling findet Anwendung sowohl im Bauwesen zur Bauplanung und Bauausführung (Architektur, Ingenieurwesen, Haustechnik, Tiefbau, Städtebau, Eisenbahnbau, Strassenbau, Wasserbau, Geotechnik) als auch im Facilitymanagement.
Chassis	Rahmen bzw. die Grundplatte zur Befestigung von Bauteilen in der Elektrotechnik.
Chassis Switch	Intelligente und hochleistungsfähige Multilayer-LAN-Geräte ausgelegt für Unternehmen, Campus-Netzwerke und Metropolitan Area Netzwerke (MAN). Sie eignen sich für die Implementierung in Umgebungen, die einen unterbrechungsfreien Betrieb von Netzwerkanwendungen und einen hohen Grad an Performance, Sicherheit sowie Kontrolle erfordern.
CoC – Center of Competence	Kontaktstelle bei technischen Problemen mit SBB Services. Techniker mit vertieftem Wissen lösen Probleme nicht vor Ort, sondern greifen von fern ein.
Computer Vision	Der Begriff Maschinelles Sehen oder Bildverstehen beschreibt im Allgemeinen die computergestützte Lösung von Aufgabenstellungen, die sich an den Fähigkeiten des menschlichen visuellen Systems orientieren.
Decluttering	Decluttering ist das Entfernen unnötiger Gegenstände von einem unordentlichen oder überfüllten Ort. In Bezug auf Interaction Design beschreibt Decluttering den Prozess, bei dem nicht nötigen, störenden Elemente auf dem Bildschirm oder im Sichtfeld des Benutzers entfernt werden.

DfA – Datenbank feste Anlagen	<p>Die Datenbank feste Anlagen verwaltet mit ihrem Ordnungssystem viele Typen von Anlagendaten der SBB-Infrastruktur. Informationen über feste Anlagen können nach den Kategorien Streckennetz, Gleisnetz, geografische Zuordnung und administrative Einheiten eingeordnet und abgerufen werden. Diese geografischen Informationen stehen jederzeit als Grundlage für die Planung, den Unterhalt und die Erneuerungsarbeiten zur Verfügung. Die Daten werden laufend nachgeführt. Das Bahn-, Telecom- und Energienetz der SBB umfasst eine grosse Anzahl an Anlagen. Um die Planungs-, Ausbau- und Unterhaltsarbeiten optimal zu unterstützen, erfasst und verwaltet die SBB den Grossteil des Anlageinventars in der DfA. Jedes DfA-Objekt hat einen Bezug zum Gleis- und/oder Streckennetz sowie zu den CH-Landeskoordinaten – und damit eine genau definierte Position im geographischen Raum.</p>
DINAR – Datenmanagement mit integrelem Inventar (auch: Maximo)	<p>Programm zum Aufbau einer Data Governance im Bereich Anlagenmanagement der Infrastruktur sowie zum Aufbau eines objektbasierten Inventarsystems für sämtliche Anlagegattungen. Dient der zentralen Verwaltung von Stammdaten und basiert auf Maximo von IBM -> siehe auch BASYS (Weiterentwicklung)</p>
eSpace	<p>Virtuelle Arbeitsräume auf Basis von SharePoint 2010 für das gemeinsame Erstellen von Dokumenten, zur Aufgabenverwaltung und zum Wissensaustausch. Durch die Vernetzung mittels elektronischer Arbeitsmittel wird die Zusammenarbeit vereinfacht, da eSpaces ort- und zeitunabhängig sowie offline genutzt werden können und den Austausch fördern.</p>
Extended Reality	<p>Immersive Technologien wie Augmented und Virtual Reality werden unter dem Begriff Mixed Reality (MR) oder aktuell auch Extended Reality (XR) zusammengefasst, um das gesamte Spektrum von der komplett realen bis zur virtuellen Welt beschreiben zu können, welches Paul Milgram und Fumio Kishino im Konzept Reality-Virtuality-Continuum bereits 1994 genau definiert haben.</p>
Game-Engine	<p>Eine Spiel-Engine (englisch game engine) ist ein spezielles Framework für Computerspiele, das den Spielverlauf steuert und für die visuelle Darstellung des Spielablaufes verantwortlich ist. In der Regel werden derartige Plattformen auch als Entwicklungsumgebung genutzt und bringen dafür auch die nötigen Werkzeuge mit.</p>
Gleisverwerfung	<p>Eine unbeabsichtigte Verformung von Eisenbahn- oder Strassenbahngleisen, die ein gefahrloses Befahren des betroffenen Gleises nicht mehr erlaubt. Gleisverwerfungen entstehen in der Regel durch thermische Längung der Schienen bei grosser Sommerhitze.</p>

Gyroskop	Durch Messung der Lageveränderungen kann mit einem Gyroskop die Orientierung des Mobilgeräts bestimmt werden.
Head-Mounted-Display	Ein Head-Mounted-Displays (HDM) nutzt entweder ein (monokulares) oder zwei (binokulares oder stereoskopisches) Display/s mit Linsen und semitransparenten Spiegeln, welche an einem Helm oder in einer Brille angebracht sind.
Head-Up-Display	In HUDs werden «symbolische Informationen, wie etwa die gefahrene Geschwindigkeit und Navigationshinweise angezeigt. Vorteile der Informationsbereitstellung im HUD sind kleine Blickwinkel und geringere Fokussierungszeiten, weil das Display in einer grösseren Entfernung erscheint als Innenraumdisplays.»
iBeacon	Der Markenname iBeacon ist ein 2013 von Apple eingeführter, proprietärer Standard zur Lokalisierung in geschlossenen Räumen, basierend auf Bluetooth Low Energy (BLE). Das Verfahren wird ab iOS 7 bzw. Android Version 4.3 unterstützt und kann somit ab dem iPhone 4s, iPad (dritte Generation) und iPod Touch (fünfte Generation) sowie aktuellen Android-Geräten genutzt werden.
ILTIS – Integrales Leit- und Informationssystem	<p>Betriebsleitsystem zur operativen Führung und Automatisierung des Bahnbetriebes respektive Stellwerkfernbedienung der Firma Siemens. Es ist das verbreitetste operative Leitsystem für die Stellwerkfernbedienung zur sicherheitsrelevanten Befehlsausgabe an Stellwerke. Mit dem Leitsystem können elektronische Stellwerke und Relaisstellwerke unterschiedlicher Bauart fernbedient werden. Es können einzelne Elemente angewählt, ganze Fahrstrassen eingestellt oder auch Notbedienungen vorgenommen werden. ILTIS ist kein Stellwerk, sondern ein Leitsystem mit verschiedenen Fernübertragungseinrichtungen. Leitsysteme haben die Aufgabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - den aktuellen Betriebszustand (Prozessabbild) anzuzeigen, - die vollständige, betrieblich notwendige Bedienung zu ermöglichen, - den fahrplan- oder taktgerechten Betriebsablauf sicherzustellen, - eine schnelle Reaktion auf Betriebsstörungen und Transportbedarfsschwankungen zu ermöglichen, - die Fahrdienstleiter durch Automatisierung von Standard-Bedienhandlungen zu entlasten und bei seltenen Bedienungen zu unterstützen, - den gesamten Zuglauf im Netz zu verfolgen und zu koordinieren.
Internet of Things	Das Internet der Dinge (IdD) (englisch Internet of Things, Kurzform: IoT) bezeichnet die Vision einer globalen Infrastruktur der Informationsgesellschaften, die es ermöglicht, physische und virtuelle

	Gegenstände miteinander zu vernetzen und sie durch Informations- und Kommunikationstechniken zusammenarbeiten zu lassen.
JIRA	Eine Webanwendung zur Fehlerverwaltung, Problembehandlung und operativem Projektmanagement. Jira wird auch in nicht-technischen Bereichen für das Aufgabenmanagement eingesetzt und wurde von Atlassian entwickelt. Primär wird Jira für die Softwareentwicklung eingesetzt. Dort unterstützt es das Anforderungsmanagement, die Statusverfolgung und später den Fehlerbehebungsprozess. Jira ist durch seine Funktionen zur Ablauforganisation («Workflow-Management») verwendbar für Prozessmanagement und Prozessverbesserung.
K2MS – Kabel- und Kanal-Management-System	System zur Verwaltung und Dokumentation der Telekommunikationskabel bei SBB.
Kippsensor	Mittels einem Kippsensor (auch: Tilt-Sensor) in Kombination mit Gyroskop, Beschleunigungsmesser und GPS wird ein räumliches Positionierungssystem gewährleistet und 3D-Grafiken können z.B. auf einem Handheld angezeigt werden.
Kollimation	(lateinisch collineare: geradeaus zielen, richten) Perfekt kollimiertes Licht ist auf unendlich fokussiert. In Bezug auf AR beschreibt Kollimation die Fähigkeit eines Systems, sich überlagernde Objekte in grösseren Entfernungen scharf darzustellen. Ein System mit Head-Up-Display (HUD) ist ein Beispiel für ein kollimiertes System.
KTU – Konzessionierte Transportunternehmen	Der Begriff KTU umfasst alle Unternehmen des öffentlichen Verkehrs sowie die Eisenbahn-Infrastrukturbetreiberinnen. Eine Konzession ist erforderlich für die regelmässige gewerbliche Personenbeförderung sowie für den Bau und Betrieb einer Eisenbahninfrastruktur. Der Begriff KTU unterscheidet nicht zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern und schliesst die Eisenbahn (einschliesslich Tram), die Autobusse, die Trolleybusse, die Schiffe und die Seilbahnen mit ein. Zudem sind auch alle Infrastrukturbetreiber im Besitz einer Konzession.
Künstliche Intelligenz	Künstliche Intelligenz (KI) (englisch Artificial Intelligence, Kurzform: AI) beschäftigt sich mit Methoden, die es einem Computer ermöglichen, solche Aufgaben zu lösen, die, wenn sie vom Menschen gelöst werden, Intelligenz erfordern

Machine Learning	Maschinelles Lernen ist ein Oberbegriff für die «künstliche» Generierung von Wissen aus Erfahrung: Ein künstliches System lernt aus Beispielen und kann diese nach Beendigung der Lernphase verallgemeinern. Das heisst, es werden nicht einfach die Beispiele auswendig gelernt, sondern es «erkennt» Muster und Gesetzmässigkeiten in den Lerndaten. So kann das System auch unbekannte Daten beurteilen (Lerntransfer) oder aber am Lernen unbekannter Daten scheitern (Überanpassung).
Marker	Augmented-Reality-Marker sind visuelle Hinweise, die die Anzeige virtueller Informationen auslösen. Marker sind normale Bilder oder kleine Objekte, die vorher «erlernt» werden, um später in Kameraaufnahmen erkannt zu werden. Nachdem eine Markierung erkannt wurde, werden ihre Position, Skalierung und Drehung abgeleitet und an die virtuelle Information oder das virtuelle Objekt übertragen.
Mixed Reality	Stammt aus dem Reality-Virtuality Continuum von Paul Milgram, das sich von einem absolut realen Umfeld bis zu einem vollständig virtuellen Umfeld erstreckt. Mixed Reality (Deutsch: gemischte Realität) deckt darauf die Bandbreite zwischen erweiterter Realität und erweiterter Virtualität ab und beschreibt ein Umfeld, in dem virtuelle Objekte in der realen Welt realistisch verankert sind und auf den Benutzer reagieren.
OCT - Operation Center Technik	Das Operation Center Technik als operativer Anlagenmanager stellt 7x24h den Betrieb aller technischen Anlagen und die Einhaltung der definierten Service Level Agreements der technischen Infrastruktur für das Bahnnetz (exkl. Energieproduktion und -steuerung) gemäss Beauftragung des Life Cycle Managements (LCM) sicher.
ODF (Optical Distribution Frame)	Verteilgestell für Glasfasern. Es kann sich um ein Gehäuse oder einen Verteilerschrank handeln, der in Rechenzentren, in optischen Netzen und in der optischen Anschlusstechnik eingesetzt wird und die optischen Verbindungen zwischen den ankommenden Glasfasern und den angeschlossenen optischen Kommunikationseinheiten herstellt. Ein ODF-Verteiler sorgt für das Verteilen der Verbindungen über Spleisse, den Anschluss der Lichtwellenleiter mit entsprechenden LwL-Steckern, den Schutz der Glasfasern u.a.
OMC - Operation Management Center	Das OMC wird vom OCT geführt, fungiert als Anlaufstelle bei Störungsmeldungen bezüglich Infrastrukturanlagen und überwacht sowohl das Telekom-Netz wie auch die Bahntechnik-Anlagen. Es stellt die Auskunftsfähigkeit sowie zwecks Störungsbehebung für entsprechende Organisationen und Partner ein 7x24h Dispatching

	Service sicher. Das OMC steuert und koordiniert die Störungsbehebungen und gewährleistet, dass die vorgegebenen Service und Operation Level Agreements eingehalten werden-> siehe auch OCT
Physics-Engine	Eine Physik-Engine ist eine Engine, die zur Simulation physikalischer Prozesse sowie der Berechnung von Eigenschaften dient. Ziele sind eine Vereinfachung der Programmierung und die Vermittlung von realistischen Bewegungsabläufen in einer 3D-Ansicht, beispielsweise soll eine realistische «Spielphysik» erzielt werden. Hauptanwendungsgebiete sind moderne Computerspiele und Simulationssoftware.
Pin-Funktion	Pinning (deutsch: festhaften) bezieht sich auf das Konzept, ein virtuelles Objekt an einem Punkt innerhalb einer realen Umgebung fest zu verankern
Proof-of-Concept-Projekte	Im Projektmanagement ist ein Proof of Concept (PoC), auch als Proof of Principle bezeichnet, ein Meilenstein, an dem die prinzipielle Durchführbarkeit eines Vorhabens belegt ist. Vielfach ist der positive oder negative Machbarkeitsnachweis das Ergebnis einer Machbarkeitsstudie.
PSA – Persönliche Schutzausrüstung	Persönliche Ausrüstung wie Sicherheitsschuhe, Handschuhe, Schutzbrille, Gehörschutz, Helm usw. zum Schutz vor den Gefahren beim Ausüben der Arbeiten im Gleisbereich.
Remote Access	Fernzugriff
Remote-Expert-Funktion	Remote-Expert beschreibt die Funktion, mit der ein Benutzer die Live-Videoansicht eines Remote-Mitarbeiters mitverfolgen und mit Anmerkungen versehen kann, sodass diese aus der Ferne zusammenarbeiten können.
Rollmaterial	Rollmaterial oder rollendes Material ist der Oberbegriff für alle Fahrzeuge der Eisenbahn (Lokomotiven, Triebwagen, Wagen und Spezialfahrzeuge) im Gegensatz zu den ortsfesten Eisenbahnanlagen wie Eisenbahnstrecken, Signalanlagen und Bahnhöfen.
Schiene (auch: Gleis)	Schienen sind im Bahnwesen lineare Trag- und Führungselemente, die meist paarig und parallel zueinander im Abstand der Spurweite angeordnet den Fahrweg für Schienenfahrzeuge bilden.

Schotter	Für die Gleisbettung eingesetztes, gebrochenes Hartgestein. Der Schotter dient der Stabilisierung der Gleislage. Er verhindert das Hinausrutschen des Gleisrostes aus seiner SOLL-Lage und verteilt die Kräfte innerhalb des Oberbaus gleichmässig auf den Unterbau. Zudem kann die Gleislage durch Stopfen des Schotterbettes korrigiert werden.
Schwelle (auch: Bahnschwelle)	Bei der Schwelle handelt es sich um den Teil des Eisenbahnoberbaus, der die Schienen trägt und deren Belastungen auf den Gleis-Unterbau überträgt und verteilt.
SDK	Ein Software Development Kit (SDK) ist eine Sammlung von Programmierwerkzeugen und Programmbibliotheken, die zur Entwicklung von Software dient. Es unterstützt Softwareentwickler, darauf basierende Anwendungen zu erstellen – in unserem Kontext für AR-Systeme.
Simultane Lokalisierung und Kartenerstellung	Beim sogenannten SLAM-Tracking wird von der Kamera und Algorithmus eine Karte der Umgebung erstellt und die eigene Position darin bestimmt. AR-Brillen wie die Microsoft HoloLens, die Meta 2 oder auch die R8 und R9 von ODG nutzen SLAM-Tracking, um virtuelle Objekte in dem Raum zu platzieren.
SIOP – Sicherheitsorientierte Prüfung	Die Sicherheitsorientierte Prüfung (SIOP) beinhaltet die nötigen Prozessschritte zur Erlangung der SBB Betriebsbewilligung. Die Prüfung erfolgt vom Projektverfasser unabhängig mit Fokus auf die Sicherheit des Systems. Mit der SIOP erfüllt die SBB intern einen gesetzlichen Anspruch an den Betreiber der Infrastruktur bei Neubauten und Änderungen von Anlagen. SIOP existieren in allen Fachbereichen mit sicherheitsrelevanten Anlagen. Die SIOP-Prüfungen setzen sich aus den Schritten SIOP A1, SIOP A2 und SIOP B zusammen.
SIOP B – Sicherheitsorientierte Prüfung B	Im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr führen die Experten des Geschäftsbereichs Sicherungsanlagen (Bereich Sicherheit) die nach Eisenbahnverordnung verlangten sicherheitsorientierten Prüfungen in den Bereichen Signalanlagen und Automation durch. Die Sicherheitsorientierte Prüfung B (SIOP B) ist eine Prüfung der physisch gebauten Anlage oder Teilanlage und der zugehörigen Dokumentation. Geprüft wird insbesondere die korrekte Ausführung und Dokumentation gegenüber der im Rahmen der SIOP A geprüften Grundlagen, sowie dem ausführungsbezogenen Gesetzes-, Regel- und Normenwerk.
Situation Awareness	Situationsbewusstsein (engl.: Situation Awareness, deshalb auch im Deutschen häufig mit SA abgekürzt) bezeichnet den Zustand, sich

	<p>seiner Umgebung zutreffend bewusst zu sein, manchmal auch den Prozess, einen solchen Zustand zu erreichen.</p>
Smart Glasses	<p>Smartglasses (oder umgangssprachlich: Datenbrille) sind tragbare (wearable) Computer, die Informationen zum Sichtfeld des Benutzers hinzufügen und somit augmented Reality bzw. mixed Reality ermöglichen. Sie sind ein Beispiel von einem Head-Mounted-Display</p>
Smart-Assistance-Lösung	<p>Als Technisches Assistenzsystem wird ein Technisches System bezeichnet, welches eine Person bei der Ausführung von Aufgaben unterstützt. Diese Aufgaben werden damit teilautomatisiert und können als alternative Idee zur Vollautomatisierung angesehen werden.</p>
Spleissung (auch: Splicing)	<p>Glasfasern (Lichtwellenleiter) werden mit einem speziellen Lichtbogenspleissgerät gespleisst, wobei Verlegekabel an ihren Enden mit jeweiligen <Pigtails> – kurze Einzelfasern mit LWL-Steckverbindern an einem Ende – verbunden werden. Das Spleissgerät justiert die lichtleitenden Kerne der beiden Enden der zu spleissenden Glasfasern punktgenau aufeinander.</p>
Spracherkennung	<p>Spracherkennung bezeichnet die Fähigkeit einer Maschine oder eines Programms, gesprochene Wörter und Sätze zu identifizieren und in ein maschinenlesbares Format zu verwandeln. Während rudimentäre Spracherkennungssoftware nur über ein begrenztes Vokabular verfügt und Wörter oder Sätze nur erkennt, wenn sie sehr deutlich gesprochen werden, akzeptiert fortschrittlichere Software auch natürliche Sprache.</p>
Squat	<p>auch: Rollkontaktermüdungsschaden, Einsenkungen auf dem Schienenkopf, die zunächst als kleine, schwarze Punkte sichtbar sind, sich dann aber vergrössern und zu einem halbkreis- oder v-förmigen Riss ausbilden, wobei die Öffnung der Form zur Fahrkante zeigt. Sie treten durch Rollkontaktermüdung in geradem Gleis von Hochgeschwindigkeitsstrecken oder an Stellen auf, wo große Zugkräfte übertragen werden.</p>

Stellwerk	<p>Anlage zur technischen Sicherung der Fahrwege von Zügen und Rangierbewegungen. Es ist eine Bahnanlage (Signalanlage) der Eisenbahn, von der aus die beweglichen Teile im Schienenfahrweg zentral gestellt werden können. Mechanische, elektrische und elektronische Abhängigkeiten zwischen dem Signal, das die Fahrt eines Zuges gestattet und diesen Einrichtungen sichern den Fahrweg (Signalabhängigkeit) und bilden eine Fahrstrasse. Die Signalabhängigkeit sorgt dafür, dass das Signal erst auf Fahrt gestellt werden kann, wenn alle Einrichtungen des Fahrweges richtig gestellt sind und diese verschlossen bleiben, bis sie wieder frei gefahren sind. Stellwerke sorgen darüber hinaus auf der freien Strecke für das Fahren der Züge im Blockabstand. Stellwerke werden, je nachdem mit welcher Technik die Einrichtungen im Fahrweg gestellt und gesichert werden, unterschieden in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mechanisches Stellwerk (veraltet und sehr selten) - Elektromechanisches Stellwerk - Relais-Stellwerk - Elektronisches Stellwerk
Stellwerkstörung	<p>Sammelbegriff für ein störendes Ereignis, das im Zusammenhang mit den Sicherungsanlagen steht. Meistens sind davon nicht direkt die Stellwerke betroffen, sondern ein Streckenabschnitt. Mögliche Ereignisse die zu einer Stellwerkstörung führen sind z.B. Gleisfreimeldestörung, defekte Lampen von Signalen oder Schrankenanlagen oder Weichen mit unklarer Stellung.</p>
Störlichtbogen (auch: Fehlerlichtbogen)	<p>Ist in der elektrischen Energietechnik ein technisch unerwünscht auftretender Lichtbogen zwischen elektrischen Anlagenteilen. Bei ungenügendem Abstand oder ungenügender Isolation zwischen zwei elektrischen Potenzialen kann es zu einem ungewollten Spannungsüberschlag kommen, in dessen Verlauf ein Lichtbogen entsteht. Dieser Spannungsüberschlag kann auch in einem elektrischen Bauteil selber entstehen, weil sich die Kontakte zu langsam trennen, oder die Isolationsschicht zwischen den stromführenden Teilen ihrer Isolierfähigkeit beraubt wurde.</p>
Störung	<p>Alle Einwirkungen auf die Fahrt eines Verkehrsmittels des öffentlichen Verkehrs, welche die Fahrt gegenüber dem vorgegebenen Fahrplan verlängern.</p>
Switch	<p>Ein Switch ist ein Kopplungselement, das mehrere Hosts in einem Netzwerk miteinander verbindet. In einem Ethernet-Netzwerk dient ein Switch als Verteiler für die Datenpakete.</p>

TEB – Technischer Betrieb	Technisch operative Organisationseinheit, welche die Bahn-, Fahrstrom- und Sicherungstechnik sowie weitere bahnspezifische und bahnahe Anlagen im 24h-Schichtbetrieb überwacht und im Störfall die Anlaufstelle für die Störungsmeldungen an Infrastrukturanlagen bildet.
Unity3D	Unity ist eine Laufzeit- und Entwicklungsumgebung für Spiele (Spiel-Engine) des Unternehmens Unity Technologies. Unity3D wird auch für Anwendungen jenseits des Computerspielmärktes eingesetzt, welche von deren leistungsfähiger 3D-Grafik profitieren. Beispielhaft zu nennen sind Anwendungen der virtuellen und erweiterten Realität, audiovisuelle Simulationen und experimentelle Medienanwendungen.
Unreal	Die Unreal Engine ist eine Spiel-Engine von Epic Games, die bei der Entwicklung von Konsolen- und Computerspielen eingesetzt wird. Seit der ersten Veröffentlichung 1998 wurde die Spiel-Engine in zahlreichen Spielen verwendet und auf diverse Betriebssysteme und Spielkonsolen portiert.
USV-Anlage	Anlagen für unterbrechungsfreie Stromversorgung. Wird eingesetzt, um bei Störungen im Stromnetz die Versorgung kritischer elektrischer Lasten sicherzustellen. Davon zu unterscheiden ist die allgemeine Ersatzstromversorgung (AEV, auch als «Netzersatzanlage» bezeichnet), da diese bei der Umschaltung eine kurze Unterbrechung der Stromversorgung aufweist.
Virtual Environment	Die computergenerierte Simulation einer dreidimensionalen Umgebung, mit der auf scheinbar reale oder physische Weise interagiert werden kann.
Virtual Reality	Virtuelle Realität (Virtual Reality, VR) ist eine computergenerierte Wirklichkeit mit Bild (3D) und in vielen Fällen auch Ton. Sie wird über Großbildleinwände, in speziellen Räumen (Cave Automatic Virtual Environment, kurz CAVE) oder über ein Head-Mounted-Display (Video- bzw. VR-Brille) übertragen.
Weiche (auch: Gleisweiche)	Eine Weiche ist eine Gleiskonstruktion einer Bahn, die Schienenfahrzeugen den Übergang von einem Gleis auf ein anderes ohne Halt ermöglicht.
ZMON – Zustandsmonitoring Infrastruktur	Zentrales IT-System zur Erfassung, Analyse und Auswertung von Anlagenzustandsdaten der Infrastruktur. Die Überwacher von I-AT und I-ET erfassen im Auftrag des Life Cycle Managements (LCM) mittels Inspektionen und Messfahrzeuge in periodischen Abständen

	den Zustand der Infrastrukturanlagen. Die Überwachungsresultate führen über die Soll-Ist-Analyse zum Massnahmenvorschlag. Dieser dient als Basis zur nachfolgenden Planung und Beauftragung von Erhaltungsmassnahmen des LCM.
Zuganzeigemodul (ZAM)	Optische Fahrgastinformation, die über verschiedene Komponenten wie Monitore für Innen- und Aussenanzeigen erfolgt und Fahrgäste bzgl. aktueller Betriebslage und Störungen im Bahnverkehr informiert.