

Heuristische Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit bei der Entwicklung von Augmented und Virtual Reality Anwendungen – Eine Analyse ausgewählter Projekte

MASTERARBEIT

Rapperswil, im Januar 2018

Autoren

Marika Buratti, Cyrill Ott, Steffen Walter

Betreuer

Mirjam Seckler, Toni Steimle

Praxispartner

Zühlke Engineering AG

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit bestätigen wir,

- dass wir die vorliegende Arbeit selber und ohne fremde Hilfe durchgeführt haben, ausser derjenigen, welche explizit beschrieben sind,
- dass wir sämtliche verwendeten Quellen erwähnt und gemäss gängigen wissenschaftlichen Regeln korrekt zitiert haben,
- dass wir keine durch Copyright geschützten Materialien (z.B. Bilder) in dieser Arbeit in unerlaubter Weise genutzt haben, und
- dass wir in dieser Arbeit keine Adressen, Telefonnummern und andere persönliche Daten von Personen die nicht zum Kernteam gehören publizieren.

Schlieren, 31. Januar 2018: *Cyrill Ott, Marika Buratti, Steffen Walter*

Abstract

Obschon Augmented (AR) und Virtual Reality (VR) bereits seit längerem bekannt sind, existieren dafür am Markt bislang erst relativ wenige Anwendungen. Infolgedessen besteht in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit von entsprechenden Gestaltungslösungen ein Mangel an Erfahrungswerten, welche Lösungsansätze funktionieren und welche nicht. Gleichermassen sind einfache Prototyping Tools sowie verifizierte Design- und Evaluations-Guidelines für die Gestaltung von User Interfaces in virtuellen Räumen erst in reduziertem Umfang verfügbar.

Diese Arbeit exploriert in fünf ausgewählten AR- und VR-Softwareprojekten die Zusammenhänge zwischen der eingeschränkten Möglichkeit zur heuristischen (d.h. auf Erfahrung basierten) Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit und der Notwendigkeit, Gestaltungslösungen zu deren Evaluation direkt auf der Zielplattform implementieren zu müssen. Dabei sucht sie unter anderem nach Kompensationsmöglichkeiten und daraus ableitbaren Empfehlungen für zukünftige Entwicklungsprojekte in virtuellen Umgebungen.

Einem qualitativen Ansatz folgend interviewten wir 13 an der Entwicklung der jeweiligen Produkte beteiligte Personen aus unterschiedlichen Fachbereichen. Dies mit dem Zweck, unterschiedliche Perspektiven festhalten und mittels Affinity-Diagrammen auswerten zu können. Wir erfassten die im Rahmen der Entwicklung durchgeführten Usability-Aktivitäten sowie die dabei verwendeten / erstellten Arten von Prototypen. In einem weiteren Schritt identifizierten wir anhand der in den Interviews erfassten Aussagen verschieden Faktoren, die mit der Bewertbarkeit hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit einer Gestaltungslösung in Zusammenhang stehen.

In den von uns untersuchten Projekten zeigte sich tatsächlich, dass viele Gestaltungslösungen erst dann hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit beurteilt werden konnten, nachdem diese auf der Zielplattform implementiert wurden. In sämtlichen Vorhaben wurde als Grund hierzu angegeben, dass es an entsprechenden Alternativen zu deren Beurteilung fehle. Allerdings konnte dieser Umstand in entsprechend ausgerichteten Projekten zumindest teilweise kompensiert werden. Als entscheidende Faktoren erwiesen sich hier unter anderem der gewählte Entwicklungsansatz (technik- vs. nutzerzentriert), die Zusammensetzung des Entwicklungsteams sowie die individuelle Erfahrung der einzelnen Teammitglieder und damit einhergehend eine möglichst grosse Vielfalt an Usability-Methoden und Ideen zu deren Anpassung an die technischen Gegebenheiten.

Inhalt

MASTERARBEIT	0
Erklärung der Selbstständigkeit	2
Abstract	3
Inhalt	4
1. Einleitung	7
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Ziel der Arbeit	8
1.3 Relevanz der Arbeit	8
1.4 Scope	9
1.4.1 Technischer Bereich	9
Technischer Bereich 1: Augmented Reality	10
Technischer Bereich 2: Virtual Reality	11
1.5 Theoretische Grundlage	11
1.5.1 Begrifflichkeiten	11
1.5.2 Phasen der Entwicklung	12
1.5.3 Dimensionen von Prototypen	13
1.5.4 Einsatzgebiete von Prototypen	15
Typ 1: Shared Communication	15
Typ 2: Working Through a Design	15
Typ 3: Selling your Idea Internally	15
Typ 4: Usability Testing	15
Typ 5: Gauging Technical Feasibility and Value	15
2. Vorgehen	16
2.1 Hypothesen und Forschungsfragen	16
2.2 Beschreibung der Projekte	16
2.2.1 Augmented Reality Anwendungen für die Microsoft HoloLens	16

Reparatur-Wartungsassistent (RA)	16
Steuerung von Industriemaschinen (SI)	17
Sortierungsanlage (SA)	17
2.2.2 Virtual Reality Anwendungen für die HTC Vive	17
Trainingssimulator (TS)	17
Virtuelles Einkaufserlebnis (VI)	17
2.3 Datenerhebung	18
2.4 Interview	18
2.5 Datenanalyse	20
3. Resultate	25
3.1 Reparatur-Wartungsassistent	26
3.2 Steuerung Industriemaschinen (SI)	29
3.3 Sortierungsanlage (SA)	33
3.4 Virtuelles Einkaufserlebnis (VI)	36
3.5 Trainingssimulator (TS)	40
3.6 Projektübergreifende Übersicht aller Faktoren	41
4. Besprechung der Resultate	43
4.1 Beantwortung der Hypothese	44
4.2 Weiterführende Diskussion & Empfehlungen	46
4.3 Limitationen	49
5. Ausblick	50
7. Literaturverzeichnis	51
8. Glossar	54
9. Abbildungsverzeichnis	56
10. Tabellenverzeichnis	57
11. Anhang	59
11.1 Projektplan	60
11.2 Risikoanalyse	61

11.3 Stakeholder-Liste	62
11.4 Stundenaufwände	63
11.5 Planung Interviewpartner	63
11.6 Interviewleitfaden	64
11.7 Steuerung Industriemaschinen	66
11.7.1 Affinity Diagramm - Steuerung Industriemaschinen	66
11.7.2 Affinity-Diagramm - Labelling	67
11.7.3 Affinity Board (Trello) - Steuerung Industriemaschinen	68
11.7.4 Auswertung - Steuerung Industriemaschinen	69
Beeinflussende Faktoren	70
11.8 Sortierungsanlage	72
11.8.1 Affinity Board - Sortierungsanlage	72
11.8.2 Auswertung - Sortierungsanlage	73
Beeinflussende Faktoren	73
11.9 Reparatur-Wartungsassistent	74
11.9.1 Affinity Board - Reparatur-Wartungsassistent	74
11.9.2 Auswertung - Reparatur-Wartungsassistent	75
Beeinflussende Faktoren	75
11.10 Virtuelles Einkaufserlebnis	76
11.10.1 Affinity Board - Virtuelles Einkaufserlebnis	76
11.10.2 Auswertung - Virtuelles Einkaufserlebnis	77
Beeinflussende Faktoren	77

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die vorliegende Arbeit entspringt aus unseren beruflichen Erfahrungen und persönlichen Interessen in Bezug auf Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR). Dabei verknüpft sie Elemente aus unserem Studium mit dem aktuellen Zeitgeist der digitalen Welt.

Im Vorfeld dieser Arbeit führten wir mehrere informelle Interviews mit verschiedenen Fachleuten aus dem Gebiet der AR- / VR-Applikationsentwicklung sowie mit anderen uns bekannten Usability-Experten und Studienkollegen. Diese Gespräche dienten in erster Linie dazu, das von uns gewählte Themenfeld (Usability und Produktentwicklung im AR- / VR-Bereich) zu explorieren, den zu untersuchenden Ausschnitt einzugrenzen und Ideen für mögliche Hypothesen und Fragestellungen zu gewinnen. Dementsprechend waren die Interviews grundsätzlich sehr offen gehalten und nicht formalisiert. Wir achteten aber dennoch darauf, das Hauptaugenmerk gemäss unserem Themenbereich auf die Usability bzw. auf die damit verbundenen Aktivitäten und Methoden in AR- / VR-Entwicklungsprojekten zu legen.

Dabei wurde im Rahmen eines solchen Austausches die Behauptung aufgestellt, dass viele Probleme mit der Benutzbarkeit von AR- / VR-Produkten erst dann erkannt werden, wenn die Gestaltungslösungen geplanter Funktionalitäten auf der Zielplattform implementiert wurden. Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dass aufgrund der fehlenden Erfahrung mit der zugrundeliegenden Technologie noch nicht heuristisch (und damit aus Erfahrung) bewertet werden kann, welche Lösungsansätze funktionieren und welche nicht. Im Extremfall kann dies dazu führen, dass viele der Probleme im Zusammenhang mit der Benutzbarkeit solcher Anwendungen erst dann zu Tage treten, wenn das jeweilige Produkt bereits fast fertig entwickelt wurde. Diese Hypothese weckte unser Interesse und entsprechend rückte dieses Thema im weiteren Verlauf in den Vordergrund.

Unsere anschliessende Literaturrecherche förderte weitere Unterstützung für diese Behauptung zu Tage: Die Masterarbeit von Gabbard aus dem Jahr 1997 beispielsweise zeigt lediglich ein Vorgehensmodell für eine Taxonomie der Usability-Merkmale in der virtuellen Umgebung (Gabbard 1997). Darin sind zwar Parallelen zum internationalen Standard ISO 9142-210 (2010) zu erkennen, welcher den "Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher Systeme" beschreibt. Allerdings wurde dieses Modell nach unserem Wissensstand bis heute weder validiert noch weiterentwickelt und konnte sich in der Entwicklung von AR- / VR-Applikationen als standardisierter Prozess zur Überprüfung der Usability entsprechend nicht etablieren. LaViola und Josef wiederum erwähnen in einer erst kürzlich erschienenen Arbeit, dass es bis dato keine etablierten standardisierten Verfahren im Sinne von Heuristiken (bspw. Interaction Patterns, Guidelines) zur Gestaltung und Evaluation von 3D User Interfaces gibt (La Viola et al. 2017 : 467). Gemäss den Autoren ist diese reduzierte Verfügbarkeit der Vielfältigkeit und dem Zusammenspiel von unterschiedlichen Ein- und Ausgabegeräten sowie deren Interaktionsmöglichkeiten geschuldet.

Bowman et al. (Bowman, Gabbard und Hix, n.d.) führen an, dass eine rein heuristische Beurteilung einer Gestaltungslösung durch Experten in einer virtuellen Umgebung kaum möglich ist. Die Autoren führen diesen Umstand darauf zurück, dass bis auf wenige Ausnahmen (vgl. Stanley und Hale 2017: 277-300; Conkar, Noyes und Kimble 1999) keine verifizierten Guidelines für das Gestalten von User Interfaces in virtuellen Räumen veröffentlicht wurden. Dennoch fanden wir zahlreiche Studien, welche in Fallbeispielen unter Verwendung von Heuristiken (Nielsen 1995) die Gebrauchstauglichkeit von AR- (vgl. Kostaras und Michalis N. Xenos 2009; Dünser und Billinghamurst 2011) und VR-Anwendungen untersuchten (vgl. Sutcliffe und Gault 2004; Bowman, Gabbard und Hix, n.d.; Gabbard 1997; Martens 2016). Allerdings wurden dabei mehrheitlich bereits fertiggestellte Applikationen mittels Heuristiken hinsichtlich ihrer Usability untersucht. Interessanterweise wurde auch in den meisten der von uns gefundenen Arbeiten, welche sich mit den Möglichkeiten zur Evaluation der Usability von

AR- / VR-Produkten im Allgemeinen auseinandersetzen, ein bereits auf der Zielplattform implementierter Prototyp oder ein bereits fertiggestelltes Produkt verwendet (Martinez und Bandyopadhyay 2014).

Demgegenüber förderte unsere Literaturrecherche bezüglich in der Praxis tatsächlich angewendeter Prototyping-Methoden, insbesondere im Hinblick auf Lo-Fi Prototypen ausserhalb der Zielplattform, keine nennenswerten Resultate zu Tage. Es gibt zwar mittlerweile einige Blog-Einträge, Slide-Shows, Key Notes und entsprechende Artikel auf einschlägigen Websites mit verschiedenen Vorschlägen, wie man mit einfachen Mitteln Gestaltungslösungen für AR- und VR-Applikationen prototypisieren kann (Billinghurst 2016) (Walter 2017). Darunter werden auch einige Methoden beschrieben, welche keinen oder nur sehr wenigen Programmieraufwand erfordern. Ob diese bereits in konkreten Projekten zur Anwendung kamen und inwiefern diese eine Implementierung der Gestaltungslösung zur Beurteilung der Usability von Lösungsansätzen ergänzen oder gar ersetzen können, wurde gemäss unserem Wissensstand bislang nicht systematisch untersucht.

1.2 Ziel der Arbeit

Die hier vorliegende Masterarbeit soll keine praktische Arbeit mit dem Ziel einer Produktentwicklung sein, sondern einem wissenschaftlichen Ansatz mit explorativem Charakter folgen. Sie ist demzufolge eine rein deskriptive Arbeit ohne Anspruch auf statistische Signifikanz und versucht, eine dezidierte Fragestellung anhand einer qualitativen Analyse der verschiedenen Entwicklungsphasen aus fünf ausgewählten Kundenprojekten zu beantworten. Im Gegensatz zu einem rein hypothesengeleiteten Ansatz steht bei der explorativen Forschung nicht das “Überprüfen” eines Sachverhaltes, sondern das “Finden” von möglichen Zusammenhängen und Ursachen im Zentrum.

Dazu werden die während der Entwicklung angewandten Design-Methoden sowie das jeweilige Instrumentarium zur Beurteilung der Usability näher betrachtet. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei darauf, ob im Zuge dieser Aktivitäten die jeweiligen Gestaltungslösungen direkt auf der Zielplattform prototypisiert wurden (d.h. “mit Code”), oder ob auch andere Formen von Prototypen zum Einsatz gekommen sind (d.h. “ohne Code”). Weiter wird versucht, ganz allgemein Faktoren zu identifizieren, welche die Bewertbarkeit der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen können. Von besonderem Interesse sind dabei diejenigen Faktoren, welche tatsächlich mit der Erfahrung bezüglich der verwendeten Technologie in Zusammenhang stehen. So lässt sich nämlich sagen, ob tatsächlich aufgrund der fehlenden Möglichkeiten zur heuristischen Beurteilung der Usability eine bestimmte Gestaltungslösung direkt auf der Zielplattform umgesetzt wurde, oder welche anderen Überlegungen ebenfalls zu einem solchen Vorgehen geführt haben könnten. Darüber hinaus liefern die übrigen Faktoren wertvolle Hinweise darauf, ob und wie die aktuell noch sehr eingeschränkte Möglichkeit zur erfahrungsbasierten Beurteilung der Usability von Gestaltungslösungen im AR- / VR-Bereich kompensiert werden kann. Im Idealfall können aus ihnen konkrete Vorschläge abgeleitet werden, wie Usability-Probleme bei der Produktentwicklung in AR- und / oder VR-Projekten zu einem möglichst frühen Zeitpunkt entdeckt, oder im Idealfall von vornherein vermieden werden können.

1.3 Relevanz der Arbeit

Gemäss dem Bundesamt für Statistik ist der Anteil an Smartphones pro Haushalt in der Schweiz im Jahr 2014 auf fast 95 Prozent (Pöschl Fabian 2017) gestiegen. Allein im ersten Quartal 2017 verkaufte Apple 73.8 Millionen ARKit (SDK) fähige iPhone 7 weltweit (ZEIT ONLINE 2017). Demgegenüber sind 100 Millionen Android Geräte mit dem ARCore (SDK) ausgestattet (Google Inc 2017) (Kharpal Arjun 2017). Insgesamt ergeben sich somit fast 200 Millionen potentielle Nutzer von AR- / VR-Anwendungen. Die Hersteller Apple und Google wiederum bieten

seit 2017 Software Entwicklern eigene Sammlungen von Programmierwerkzeugen und Programmierbibliotheken (Software Development Kit, "SDK") für die Entwicklung von Augmented Reality Applikationen für Smartphones an (Apple Inc 2017).

Gleichermassen vermehren auch die Hersteller von sogenannten Head-Mounted Displays (HMD, auf dem Kopf getragenes visuelles Ausgabegerät (Preim und Dachselt 2015 : 325) kontinuierlich steigende Absatzzahlen. So soll alleine Samsung gemäss dem US-Marktforschungsinstitut "Super Data" (SuperData Inc 2018) im Jahr 2016 über 4 Millionen seiner "Gear VR" Headsets verkauft haben (Samsung Inc 2018). Über alle Hersteller zusammengefasst bewegen sich die Zahlen für 2016 zwischen sechs und sieben Millionen verkaufter Geräte (vrnerds 2018).

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, befinden sich AR & VR nach wie vor stark auf dem Vormarsch. Entsprechend gefragt sind Fachleute, welche über das entsprechende Wissen und die nötigen Fähigkeiten verfügen, um qualitativ hochwertige Produkte mit einer ausgezeichneten Usability entwickeln zu können. Indem die hier vorliegende Arbeit mit der Bewertbarkeit der Usability einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur Erreichung dieses Ziels näher beleuchtet und Möglichkeiten zur Verbesserung der aktuellen Situation aufzeigt, besitzt sie eine hohe Relevanz sowohl für Usability-Experten, die AR- / VR-Entwickler-Community im allgemeinen sowie in letzter Konsequenz für die Endkonsumenten der entsprechenden Produkte.

1.4 Scope

Die nachstehenden Zeilen beschreiben kurz den von uns gesetzten technischen Fokus. Im Anschluss daran folgt ein ausführlicher theoretischer Teil, welcher der Erklärung und dem Verständnis der wichtigsten in dieser Arbeit verwendeten Begrifflichkeiten dienen soll.

1.4.1 Technischer Bereich

Um den Umfang dieser Arbeit bereits bei der Auswahl der Projekte einzugrenzen und so die anfallenden Aufgaben innerhalb des vorgegebenen Zeitraums bewältigen zu können, analysierten wir in dieser Masterarbeit ausschliesslich Projekte, die sich klar einem von zwei technischen Bereichen nach Milgram und Kishino (Milgram und Kishino, n.d.) zuteilen lassen (Abb. 1):

1. Augmented Reality (AR)
2. Virtual Reality (VR)

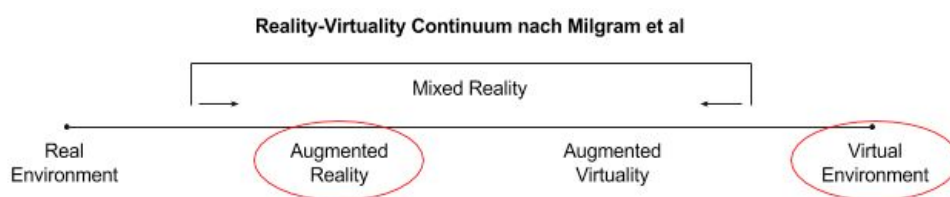


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des Reality Virtuality Continuums (Milgram and Kishino, n.d.)

Des Weiteren mussten wir uns in Bezug auf die Hardware aus Gründen der Verfügbarkeit auf Head-Mounted Displays (HMD) beschränken. Konkret handelt es sich dabei um die beiden Produkte Microsoft HoloLens (AR) (Microsoft Corporation 2017) sowie HTC Vive (VR) (HTC Corporation 2017). Diese Einschränkung bietet überdies Vorteile hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Projekte untereinander, da sich die rein hardware-bezogenen Bedingungen innerhalb ihres jeweiligen technischen Bereiches nicht grundlegend unterscheiden.

Technischer Bereich	Augmented Reality, AR
Display	Optical see through Display, HMD (Sielhorst, Feuerstein und Navab 2008)

Tabelle 1: *Gerät 1 - Microsoft HoloLens (Microsoft Corporation 2017)*

Technischer Bereich	Virtual Reality, VR
Display	OLED, HMD (Wikipedia 2018a) (Wikipedia 2018b)

Tabelle 2: *Gerät 2 - HTC Vive (HTC Corporation 2017)*

Technischer Bereich 1: Augmented Reality

Die erweiterte Realität (Augmented Reality, Enhanced Reality) ermöglicht es demnach dem Benutzer, digitale Inhalte im realen Raum zu platzieren und visuell darzustellen. Diese Projektionen überlagern real existierende physische Objekte, können physisch verankert werden und lassen so die virtuelle und reale Umgebung miteinander verschmelzen. (Milgram und Kishino, n.d.)

Eine Klassifikation für AR Displays liefern Sielhorst (Sielhorst, Feuerstein und Navab 2008). Demgemäss können AR-Displays wie folgt unterteilt werden:

- Optical see-through Display: Reichert den Ausschnitt der Realität mit digitalen Inhalten an. Das wird erreicht, indem digitale Inhalte mithilfe eines Spiegels auf eine semitransparente Fläche projiziert werden. Bsp. Microsoft HoloLens
- Video see-through Display: Erfasst die Realität durch eine Kamera und reichert diese anschliessend mit digitalen Inhalten an. Bsp. OLED, LED Displays bei Mobile Phones und Tablets, Hand-held Display
- Projektorbasierte AR-Systeme: Projizieren digitale Inhalte direkt auf physische Objekte in der Realität. Es werden dafür keine technischen Geräte für die Ansicht benötigt. Bsp. Videoprojektoren

Technischer Bereich 2: Virtual Reality

In der Virtuellen Umgebung (VE: Virtual Environment) ist der Benutzer von digitalen Inhalten umgeben, ohne Einbezug von physischen Objekten aus seiner Realität. Ein immersives Erlebnis wird mit Head-Mounted Displays (HMD) erreicht, indem die visuelle Stereodarstellung der Kopfbewegung angepasst wird. VR-Brillen unterscheiden sich zu HMD dahingehend, dass die Grösse und technischen Reife derzeit sehr variiert. Diese rasante Entwicklung macht derzeit keine Klassifikation möglich. (Preim und Dachsel 2015: 324). Die nachfolgende Abbildung (Abb. 2) illustriert das Zusammenspiel von Realität und digitalen Inhalten in AR bzw. VR:

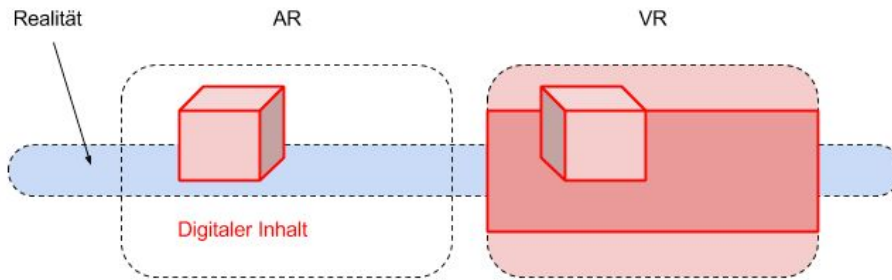


Abbildung 2: Vereinfachte Darstellung von digitalen Inhalten in AR und VR (eigene Darstellung)

1.5 Theoretische Grundlage

1.5.1 Begrifflichkeiten

Wir möchten den Zusammenhang für den Leser verständlich gestalten, indem wir nachfolgend einige Begriffe erläutern. Den Begriff “Usability” (in deutscher Sprache “Gebrauchstauglichkeit”) nach ISO 9241, nutzen wir in dieser Arbeit im weitesten Sinne für die Beschreibung der Benutzerfreundlichkeit sowie der Einfachheit der Nutzung der Applikation. Dies beinhaltet die drei Leitkriterien der ISO 9241, welche im Teil 11 der Norm (2016) beschrieben werden:

- Effektivität zur Lösung einer Aufgabe
- Effizienz der Handhabung des Systems
- Zufriedenheit der Nutzer

In den Interviews haben wir erlebt, dass “User Experience”, kurz “UX”, synonym für die Disziplinen “Usability Engineering” sowie “User Experience” verwendet wird. Im Kontext dieser Arbeit unterscheiden wir die beiden Begrifflichkeiten wie folgt:

- Unter “Usability” verstehen wir die Gebrauchstauglichkeit einer Anwendung (ISO 9241-11).
- Unter “User Experience” verstehen wir ganz allgemein das Nutzungserlebnis (ISO 9241-210).

Die Bewertung der Benutzerschnittstelle einer Anwendung umschreiben wir mit den Begrifflichkeiten “Usability Evaluation”, “Evaluation der Gebrauchstauglichkeit”, sowie “Evaluation von Usability-Problemen”. Mit der Bewertung der Usability einer Applikation sollen typischerweise die oben genannten Leitkriterien beurteilt werden.

Mit dem Ausdruck “Usability-Aktivitäten” decken wir ganz allgemein das Spektrum von Usability Engineering-Aktivitäten ab. Diese beinhalten Tätigkeiten, welche in den Phasen des User Centred Design Prozesses nach ISO 9241-210 durchgeführt werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt beispielhaft die Phasen sowie mögliche Aktivitäten in jeder Phase auf.

Phase	Aktivitäten
Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts	Contextual Inquiry, Interviews
Spezifikation	Storyboard, User Journey
Erarbeiten von Gestaltungslösungen	Skizzen, Prototypen
Evaluieren von Gestaltungslösungen	Usability Test, Walkthrough

Tabelle 3: Beispiele möglicher Usability-Aktivitäten pro Phase im nutzerzentrierten Prozess nach ISO 9241-210

Wenn wir von methodischem Vorgehen sprechen meinen wir dabei, dass Aufgaben grundsätzlich strukturiert und zielgerichtet angegangen werden. Welche Methoden für die Erfüllung einer Aufgabe gewählt werden ist von den Erfahrungen und den Fähigkeiten der jeweiligen Personen abhängig.

1.5.2 Phasen der Entwicklung

Entwicklungsphasen entsprechen im Grunde genommen Gestaltungsprozessen. Obwohl die Entwicklungsprozesse nicht strikt linear verlaufen, was gemäss Preim & Dachse (2015: 16) auch nicht angemessen wäre. Es ist dennoch sinnvoll, den Prozess in bestimmte Phasen zu unterteilen, um gewisse Aktivitäten, resultierende Ergebnisse sowie z.B. Meilensteine zu kennzeichnen. Im Rahmen dieser Arbeit erlauben wir uns deshalb, der Einfachheit halber, den gesamten Entwicklungszyklus eines Produktes in drei linear aufeinanderfolgende Phasen zu unterteilen. Einerseits soll es uns bei der Befragung der Projektmitarbeitenden der jeweiligen Projekte als eine gemeinsame Diskussionsbasis dienen. Andererseits sollte es uns bei der Bewertung der untersuchten Projekte helfen deren Entwicklungsprozesse untereinander zu vergleichen. Bei der Benennung der Phasen haben wir uns an die uns geläufigen Begriffe des UCD Cycles angelehnt, auch wenn wir hier nicht den iterativen Usability Engineering Prozess widerspiegeln wollen:

1. Analysephase – Aktivitäten zum Verstehen des Kontexts, der Bedürfnisse des Auftraggebers sowie der Benutzer des jeweiligen Produktes, Erheben von Anforderungen usw.
2. Designphase – Aktivitäten zum Spezifizieren, Modellieren und Evaluieren der Nutzerbedürfnisse, Anforderungen usw.
3. Implementierungsphase – Aktivitäten zum Erstellen des Produktes auf der Zielplattform

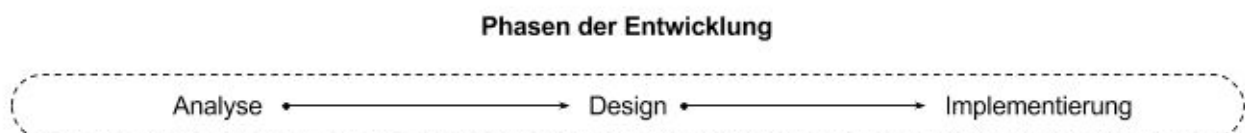


Abbildung 3: Phasen der Entwicklung einer Applikation (eigene Darstellung)

1.5.3 Dimensionen von Prototypen

Im Zusammenhang mit der Entwicklung von interaktiven Produkten spielen Prototypen allgemein eine entscheidende Rolle. Dies gilt insbesondere für das Erstellen und Evaluieren von Interaktionskonzepten und die Überprüfung der Usability einer bestimmten Anwendung. In dieser Hinsicht stellt die Entwicklung von AR und VR-Applikationen die jeweiligen Entwicklungsteams vor besondere Herausforderungen, da einfache und kostengünstige Prototypingtools und -Methoden in diesem Bereich noch kaum vorhanden sind (LaViola et al. 2017). Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, legten wir bei der Analyse der einzelnen Projekte auch ein entsprechendes Augenmerk auf die zur Evaluation jeweils eingesetzten Prototypen. Damit wir ein gemeinsames Verständnis des Begriffs "Prototyp" haben, ist es notwendig, das Thema an dieser Stelle etwas genauer auszuleuchten.

Prototyping ist eine Methode, "[...] die schnell zu ersten Ergebnissen führt und frühzeitiges Feedback bezüglich der Eignung eines Lösungsansatzes ermöglicht." Die Idee dahinter ist, "[...] Probleme und Änderungswünsche frühzeitig zu erkennen und mit weniger Aufwand zu beheben, als es nach der kompletten Fertigstellung möglich gewesen wäre (Wikipedia 2018c). Beim Prototyping gibt es unterschiedliche Wiedergabetreuen. Um diese genauer zu definieren, gehen wir kurz auf die verschiedenen Reifegrade von Prototypen ein. Dieser Reifegrad der Interaktivität muss jedoch nicht immer als absolut gesehen werden. Gemäss Mc Curdy et al. (2006) reicht es nicht, Prototypen generell nur als "Lo-Fi" (Low-Fidelity - englisch für niedrige Genauigkeit) oder "Hi-Fi" (High-Fidelity - englisch für hohe Genauigkeit) zu bezeichnen. Sie sprechen auch von "Mixed-Fidelity", da Prototypen in einigen Dimensionen schon sehr genau ausgestaltet und in anderen wiederum noch sehr weit vom fertigen Produkt entfernt sein können.

Eine weitere Art, den Begriff "Prototyp" zu differenzieren, haben wir im Game Design gefunden. Game Entwickler (auch Game Designer) verstehen gemäss Ernest Adams (2013: 49) unter dem Begriff "Prototype" stets einen Prototypen, der direkt in der finalen Entwicklungsumgebung, d.h. mit Code erstellt wird. Dabei unterscheiden sie zwischen den Begriffen "Prototype" (mit Code), einem "Paper Prototype" (ohne Code) und einem "Physical Prototype". Das spannende dabei ist, dass der "Physical Prototype" im Game Design das Verhalten von Gegenständen oder auch Rollenspiele sein können. In dieser Arbeit beziehen wir uns auch auf die Begriffe "Prototyp mit Code" oder "Prototyp ohne Code", um schnell zwischen verschiedenen Arten von Prototypen differenzieren zu können. Auf Zielplattform implementiert oder nicht - die Abbildung 5 zeigt eine von uns adaptierte Grafik, ausgehend von Abbildung 4. Darüber hinaus unterscheiden wir diese nach ihren jeweiligen Einsatzgebieten, welche im nachfolgenden Kapitel näher beschrieben werden.

Eine Schwierigkeit bei der Definition eines Prototypen liegt darin zu definieren, ab wann ein Prototyp schon als fertiges Produkt angesehen werden kann. Wenn ein Produkt also bereits von Beginn an direkt in der finalen Entwicklungsumgebung auf der Zielplattform (d.h. mit Code) entwickelt wird, stellt sich die Frage, ab wann es den Status als "Prototyp" verliert. Besonders deutlich tritt dieses Dilemma bei Showcases zu Tage, bei denen das zu präsentierende Produkt meist nur als mehr oder weniger funktionsfähiger Prototyp auf der Zielplattform im Sinne eines Funktionsmusters umgesetzt wird. Liegt dem Entwicklungsprozess ein technikzentrierter Ansatz zu Grunde, liesse sich als Kriterium derjenige Zeitpunkt festlegen, an dem sämtliche technischen Vorgaben auf dem Endgerät korrekt umgesetzt wurden. Im Falle eines nutzerzentrierten Vorgehens hingegen müssten zumindest die zuvor festgelegten Usability-Goals respektive die auf den benutzerbezogenen Anforderungen noch zusätzlich erfüllt sein.

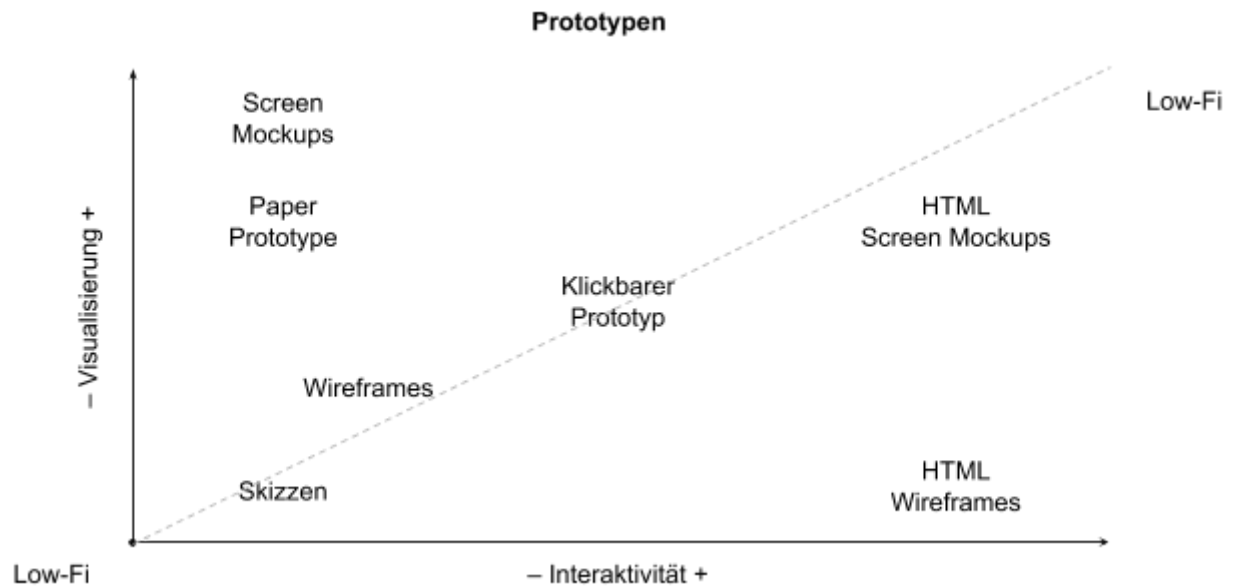


Abbildung 4: Ausarbeitung und Interaktivität von Prototypen angelehnt an eine Grafik aus dem Skript Prototyping von Marcel Uhr aus Vorlesungsunterlagen “Prototyping” an der HSR Rapperswil (2016)

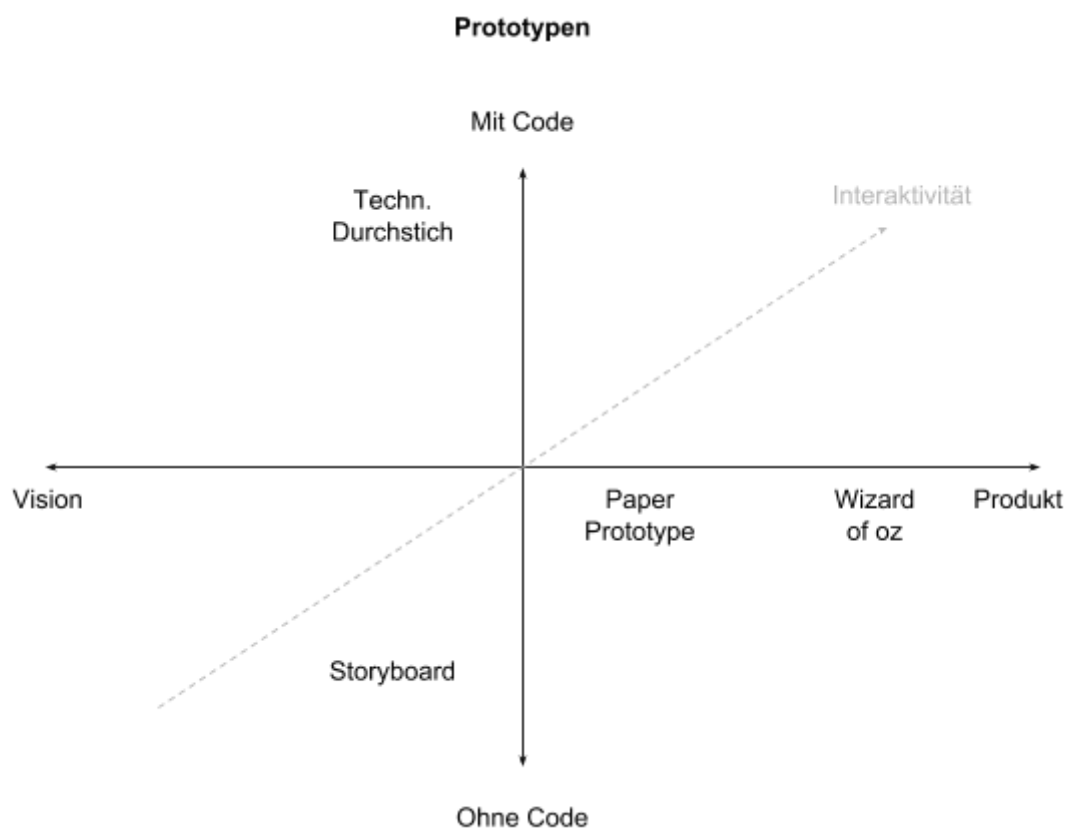


Abbildung 5: Visuelle Ausarbeitung und Interaktivität von Prototypen im Verlaufe eines Produktentwicklungsprozesses von der Vision zum fertigen Produkt (eigene Darstellung)

1.5.4 Einsatzgebiete von Prototypen

Der Vollständigkeit halber werden an dieser Stelle auch die unterschiedlichen Verwendungszwecke verschiedener Prototypen als Überblick dargestellt. Für unsere Arbeit relevant sind vor allem die Einsatzgebiete Typ 4 und Typ 5.

Nach Todd Zaki Warfel (2009: 28-38) gibt es unterschiedliche Verwendungszwecke für Prototypen, die er in folgende fünf Typen kategorisiert hat:

Typ 1: Shared Communication

Zweck: Öffnen der Kommunikation zwischen unterschiedlichen Gruppen. Wie: Zusammen Ideen skizzieren, welche den Inhalt kommunizieren. Kein Anspruch auf Perfektion oder Schönheit.

Typ 2: Working Through a Design

Zweck: Eine Erfrischungskur (z.B. ein neues Feature) oder eine komplette Veränderung (radikal neue Ideen oder neues Designkonzept) für ein Produkt. Wie: Prototypen erstellen, testen und anschliessend Details ausarbeiten.

Typ 3: Selling your Idea Internally

Zweck: Der Prototyp dient als Werkzeug um die Idee, die technische Machbarkeit und den Wert des Konzepts intern zu verkaufen (z.B. beim Management). Wie: Nicht nur über Ideen sprechen, sondern unterschiedliche Gestaltungslösungen zeigen (z.B. mit Skizzen oder schnell erstellten Prototypen).

Typ 4: Usability Testing

Zweck: Aufgrund von erhobenen Daten das "buy-in" (Vertrauen/Unterstützung) von Management und Entwicklung gewinnen. Das heisst mitunter auch, dass Design-Entscheidungen von Daten getrieben werden. Wie: Gewinnen von realen Daten mithilfe von Benutzertests um zu sehen, ob ein Konzept solide ist oder nicht.

Typ 5: Gauging Technical Feasibility and Value

Zweck: Beantwortung der Frage, ob das Konzept oder Design auch technisch umgesetzt (gebaut) werden kann. Wie: Erstellen eines Prototypen, welcher die vielleicht komplexe Interaktion "faked" (imitiert) oder simuliert, um die Entwickler darin zu unterstützen, die technische Machbarkeit zu ermitteln.

2. Vorgehen

2.1 Hypothesen und Forschungsfragen

Am Ausgangspunkt unserer Untersuchung steht die in der Einleitung beschriebene Behauptung, welche in einem unserer Experteninterviews im Vorfeld dieser Arbeit aufgestellt wurde (siehe Punkt 1.1 Ausgangslage):

« [...] Viele Probleme mit der Benutzbarkeit von AR- / VR-Produkten können erst dann erkannt werden, wenn die Gestaltungslösungen geplanter Funktionalitäten auf der Zielplattform implementiert wurden. Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dass aufgrund der fehlenden Erfahrung mit der zugrundeliegenden Technologie noch nicht heuristisch (und damit aus Erfahrung) beurteilt werden kann, welche Lösungsansätze funktionieren und welche nicht. Im Extremfall kann dies dazu führen, dass viele der Probleme im Zusammenhang mit der Benutzbarkeit solcher Anwendungen erst dann zu Tage treten, wenn das jeweilige Produkt bereits fast fertig entwickelt wurde.»

Im Zuge unserer Auseinandersetzung mit diesen qualitativen Hypothesen wollen wir uns unter anderem mit den folgenden Fragen beschäftigen:

Zu welchem Zeitpunkt und mit welchen Methoden lassen sich in AR- / VR-Projekten Gestaltungslösungen hinsichtlich ihrer Usability beurteilen? Welche Arten von Prototypen wurden dabei eingesetzt (“mit” vs. “ohne Code”)? Welche Rolle spielen dabei die fehlenden Möglichkeiten zur heuristischen Beurteilung von Gestaltungslösungen? Wann werden Usability-Probleme erkannt? Welche anderen Einflussfaktoren auf die Bewertbarkeit lassen sich identifizieren und mit welchen übergeordneten Faktoren, nebst der fehlenden Erfahrung mit der Technologie, stehen sie in Zusammenhang? Wie kann die fehlende Erfahrung in Bezug auf die Technologie kompensiert werden? Wodurch fällt sie mehr ins Gewicht?

Zur Beantwortung dieser Fragen betrachten wir den jeweiligen Produktentwicklungsprozess, insbesondere die im Verlaufe der Produktentwicklung angewandten Methoden, z.B. zur Benutzer- und Kontextanalyse oder Design- und Evaluationsmethoden. Darüber hinaus werden weitere Aspekte wie das allgemeine Vorgehen bei der Entwicklung sowie personelle, strukturelle und demografische Gegebenheiten berücksichtigt.

2.2 Beschreibung der Projekte

Mehrheitlich handelt es sich bei den von uns betrachteten Projekten um Projekte unseres Arbeitgebers. Konkret untersuchten wir drei AR-Projekte für die Microsoft HoloLens und zwei VR-Projekte für die HTC Vive. Die nachfolgende Kurzbeschreibung liefert einen Überblick über die verschiedenen Projekte mit der dazugehörigen Plattform und erklärt den beabsichtigten Nutzen des Produktes für den Anwender. Angaben zu den einzelnen Budgets sind dem Autorenteam zwar mehrheitlich bekannt, dürfen aber aus Gründen der Geheimhaltung nicht in die Arbeit einfließen.

2.2.1 Augmented Reality Anwendungen für die Microsoft HoloLens

Reparatur-Wartungsassistent (RA)

Ein Showcase für eine Applikation, welche es den Servicetechnikern eines weltweit agierenden Logistikunternehmens ermöglichen soll, effizient und schnell Reparatur- und Wartungsvorgänge bei einem Gabelstapler durchzuführen. Hierzu wurde ein voll funktionsfähiges Teilprodukt entwickelt, welches eine

mögliche Form der Umsetzung anhand ausgewählter Use Cases (z.B. spezifischer Reparaturauftrag) aufzeigen sollte.

Das Produkt wurde mit der Absicht entwickelt, die Servicetechniker während der Wartung von Gabelstaplern optimal zu unterstützen und so die Erledigung ihrer jeweiligen Arbeitsaufgaben unter Einhaltung gesetzlich vorgeschriebener Sicherheitsauflagen zu erleichtern. Die Entwicklung wurde erfolgreich abgeschlossen und verhalf dem Auftragnehmer letztendlich zu einer Zertifizierung als erster Microsoft HoloLens Partner (Zühlke Group 2017) im deutschsprachigen Raum.

Steuerung von Industriemaschinen (SI)

Ein Showcase für eine Applikation, welche es dem Ingenieur einer durch die Software für Messinstrumente LabView (National Instruments 2018) gesteuerten Industriemaschine ermöglichen soll, beliebige Parameter mit der Microsoft HoloLens zu überwachen und einzustellen. Die Intention des Auftraggebers lag darin, für diesen Showcase ein voll funktionsfähiges Teilprodukt zu Demozwecken zu entwickeln. Das Projekt wurde im Sommer 2017 abgeschlossen.

Sortierungsanlage (SA)

Eine Machbarkeitsstudie für eine Applikation, welche es ungeschulten Personal ermöglichen soll, nicht automatisiert sortierbare Objekte nach einer bestimmten Ordnung manuell zu gruppieren. Hier lag die Absicht des Auftraggebers darin, verschiedene technische Lösungen zur Unterstützung eines manuellen Sortierprozesses miteinander zu vergleichen. Ein voll funktionsfähiges Teilprodukt wurde mit der Microsoft HoloLens entwickelt. Anschliessend sollte die am Besten geeignete technische Lösung ausgewählt und weiterentwickelt werden. Das Projekt wurde Ende 2017 abgeschlossen.

2.2.2 Virtual Reality Anwendungen für die HTC Vive

Trainingssimulator (TS)

Machbarkeitsstudie für eine Applikation, welche es dem Fahrer eines Industriefahrzeuges ermöglichen soll, regulatorisch vorgeschriebene Schulungen in einer virtuellen Umgebung und / oder an einem Bildschirm unter möglichst realistischen Bedingungen zu absolvieren. Auch hier ging es dem Auftraggeber in erster Linie darum, die technischen Möglichkeiten einer VR-Anwendung auszuloten. Dadurch sollte eine entsprechende Entscheidungsgrundlage in Bezug auf die Einführung zukünftiger Schulungsinstrumente geschaffen werden. Das Projekt wurde im Sommer 2017 abgeschlossen.

Virtuelles Einkaufserlebnis (VI)

Eine Konzeptstudie für eine Applikation, die es dem Anwender ermöglichen soll, Konsumgüter aus dem oberen Preissegment spielerisch zu entdecken und käuflich zu erwerben. Die Absicht dieses Produkt zu entwickeln war ein Showcase, um Möglichkeiten einer Produktpräsentation im virtuellen Raum aufzeigen zu können. Das Projekt wurde im Sommer 2017 abgeschlossen.

2.3 Datenerhebung

Um die zur Beantwortung unserer Fragestellung nötigen Daten zu erheben, standen neben Interviews noch weitere mögliche Methoden zur Diskussion. Unter anderem zogen wir Befragungen mit Einsatz von Fragebogen oder die Durchführung von Fokusgruppen in Betracht.

Mit einer fragebogengestützten Umfrage hätte eine grosse Anzahl potentieller Teilnehmer erreicht werden können. Eine klassische Umfrage mithilfe eines Fragebogens würde sich auch gut dafür eignen im Detail herauszufinden, wie AR- / VR-Projekte durchgeführt werden und was in diesen gut und was weniger gut funktioniert hat. Auch würden sich Fragebögen gut dazu eignen, projektübergreifende und in sich abgeschlossene Informationen wie bspw. die in den Projekten jeweils eingesetzten Methoden zu erheben. Insgesamt ist die Erstellung einer qualitativ hochwertigen Umfrage gemäss Courage & Baxter (2005: 314) jedoch sehr komplex und daher für Personen ohne passende Ausbildung oder Erfahrung in Umfragedesign nicht geeignet. Was zusätzlich gegen eine Umfrage spricht ist der Umstand, dass eine Nachfrage bei den Teilnehmenden im Falle von Unklarheiten oftmals nicht möglich ist und die betreffenden Aussagen damit nicht immer verständlich gemacht und entsprechend verwertet werden können (Courage und Baxter 2005: 517).

Fokusgruppen wären ebenfalls eine interessante Alternative und/oder Ergänzung zu Interviews gewesen. In einer Session von ein bis zwei Stunden werden mehrere Teilnehmer zusammengebracht, um über ihre Erfahrungen und Meinungen zu einem bestimmten Thema zu sprechen. Diese Sessions werden von einem Moderator geleitet, welcher sicherstellt, dass jede Person zu Wort kommt. Sie eignen sich demzufolge gut, um verschiedene Ansichten zu einem Themenbereich in einer kurzen Zeit kennen zu lernen. Allerdings besteht hierbei stets die Gefahr, dass sich die Teilnehmer der Fokusgruppe gegenseitig beeinflussen und deren Aussagen damit in die eine oder andere Richtung verzerrt werden. Unser Ziel war es jedoch, detaillierte Informationen sowie die spezifische Wahrnehmung der einzelnen Projektmitarbeitenden möglichst unbeeinflusst von anderen Personen aufzunehmen (Courage und Baxter 2005: 515-517). Aus dem gleichen Grund verwarfen wir auch die Idee, Interviews in der Gruppe durchzuführen.

Dementsprechend haben wir uns letztendlich für die qualitative Recherchemethode „Einzelinterview“ entschieden. Der entscheidende Vorteil dieser Methode besteht darin, dass die Erfahrungen und Meinungen der Teilnehmer im direkten Kontakt „[...]aus erster Hand“ gewonnen werden können (Martin und Hanington 2013: 102). Bei Bedarf kann gemäss Courage & Baxter (2005: 517) mehr Zeit mit einem einzelnen Interviewpartner verbracht werden, um seine Bedürfnisse, Gedanken und Erfahrungen besser zu verstehen. Darüber hinaus besteht bei entsprechender Ausgestaltung des Interviews die Möglichkeit, flexibel auf den Befragungsverlauf zu reagieren und individuell auf die spezifische Situation des Interviewten einzugehen.

2.4 Interview

Zur Auswahl standen drei Interviewtypen – unstrukturiert, semi-strukturiert und strukturiert. Gemäss Martin und Hanington (2013: 102) ist das unstrukturierte Format zu explorativen Zwecken wegen seiner Flexibilität am besten geeignet. Da wir für unsere Arbeit spezifische Fragen projektübergreifend beantwortet haben, gleichzeitig aber auch möglichst viele individuelle Einsichten in das Thema erhalten wollten, entschieden wir uns dafür, die Interviews als semi-strukturierte Befragung zu gestalten. So konnten wir einerseits den explorativen Charakter beibehalten und andererseits Antworten auf spezifische projektübergreifende Fragen bekommen. Ein strukturiertes Interview kam aus dem Grunde nicht in Frage, da diese Methode einen überwiegend quantitativen Charakter aufweist und somit eher einem Fragebogen ähnelt, welcher es einem wiederum nur sehr beschränkt erlaubt, explorativ vorzugehen (Courage und Baxter 2005: 259)

«[...] However, interviews provide detailed information that you could not capture in a survey.»

Zitat (Courage und Baxter 2005: 248)

Zur Vorbereitung der Interviews erarbeiteten wir einen Interviewleitfaden (s. Anhang 11.6). Dieser diente uns dazu, den jeweiligen Interviewer darin zu unterstützen, die Leitthemen im Fokus zu behalten. Nebst den Rahmenbedingungen der Projekte interessierten wir uns insbesondere für sämtliche Arbeiten im Zusammenhang mit der Usability des zu entwickelnden Produktes. Konkret erfragten wir, inwieweit Usability in diesen Projekten überhaupt ein Thema war und welche Vorteile beim Einbezug entsprechender Aktivitäten bzw. welcher Nachteile bei deren Unterlassung in Bezug auf die Benutzbarkeit der Anwendung entstanden. Dabei versuchten wir stets, die Fragen bzw. den Schwerpunkt der Befragung an die jeweilige Rolle des Interviewten und den Verlauf des Interviews selbst anzupassen.

Die Ausarbeitung des Leitfadens für das Interview erfolgte iterativ. In einer ersten Iteration suchten wir mittels Brainstorming zunächst nach Ideen und Themenschwerpunkten. Anschliessend wurden diese in einem online Fragebogen von Google (Google Inc 2018a), welcher für online-Umfragen angedacht ist, zu einem ersten Entwurf des Leitfadens zusammengestellt. Zu jenem Zeitpunkt erschien uns diese Option als angemessen, da damit ein Übertragen der Antworten von analoger zu digitaler Form wegfallen würde. Zudem bot sich uns damit auch die Gelegenheit, ein entsprechendes Umfragetool in der Praxis anwenden zu können. Nach einem ersten Pretest mit zwei Mitarbeitenden bestätigte sich unsere Vermutung, dass diese Form eines Leitfadens zu sehr den strukturierten Charakter eines Fragebogens aufweist und damit viel zu unflexibel war. Einerseits war es uns damit nicht möglich, die Antworten noch während des Interviews zeitgerecht an der passenden Stelle einzufügen. Andererseits neigte man als Interviewer dazu, die Fragen in der aufgelisteten Reihenfolge zu stellen, was wiederum dem Interview eine ungewollte Rigidität verlieh. Die Idee, einen online Fragebogen als Interviewleitfaden zu nutzen wurde deshalb schnell wieder verworfen.

Abbildung 5: Interviewleitfaden in Google Forms (Google Inc 2018a)

Als Folge davon nutzten wir wieder ein online Textbearbeitungs-Programm, um den Leitfaden zu erstellen. Den Empfehlungen von Courage & Baxter (2005: 270) folgend, verbesserten wir diesen iterativ. Um die Klarheit und Validität des Interviewleitfadens zu testen, führten wir einerseits interne Reviews durch. Andererseits testeten wir die Fragen mit mehreren, nicht in die von uns untersuchten Projekte involvierten Personen, in einer Art "Hallway Test". Nach jedem Test verbesserten wir die Fragen, um diese in einem nachfolgenden Vortest erneut zu überprüfen. Letztendlich bestand das Interview aus einer strukturierten Einleitung zur Erfassung demografischer Daten, einem semi-strukturierten Fragenkatalog als Hauptteil und einigen strukturierten Schlussfragen. Die Dauer der Befragung limitierten wir auf jeweils eine Stunde.

Insgesamt wurden fünf Projekte analysiert. Aus jedem Projekt wurden jeweils zwei bis drei Mitarbeitende mit unterschiedlichen Rollen befragt, um einen möglichst umfassenden Einblick in die Entwicklung des jeweiligen Produktes zu erhalten. Wir achteten insbesondere darauf, jeweils einen Entwickler, einen Projektleiter und wenn involviert, einen Usability-Experten zu befragen. Dabei verfolgten wir das Ziel, deren unterschiedlichen Perspektiven und Ansichten in Bezug auf die zu entwickelnde Anwendung bzw. den Entwicklungsprozess selbst, einzufangen. Die Interviews selbst führten wir jeweils in zweier-Teams durch, wobei eine Person das Interview leitete und die andere das Protokoll führte. Gleichzeitig zeichneten wir die Tonspur des Gesprächs auf. Wir wählten dieses Vorgehen, damit sich der Interviewer jeweils ganz auf das Gespräch konzentrieren, und den Gesprächsfluss aufrecht erhalten konnte. Bei Bedarf konnten wir zudem auf die Aufzeichnung zurückgreifen und eine bestimmte Passage noch einmal anhören. Je nach geografischer Lage war es notwendig, die Interviews über Skype zu führen. Allerdings bevorzugten wir es, diese von Angesicht zu Angesicht durchzuführen, um neben der Tonspur auch die Mimik und Körpersprache des Interviewten direkt miterleben zu können. Des Weiteren neigen Interviewte gemäss einer Studie von Johnson et al (1989: 174) dazu, ein Gespräch am Telefon früher zu beenden als bei einem persönlichen Interview. Ein Telefoninterview länger als 20 Minuten aufrecht zu erhalten, gestaltet sich dementsprechend eher schwierig. Da unsere Gesprächspartner bereits Übung in der Voice over IP-Kommunikation hatten und Interviewer und Befragter sich während des Interviews jeweils über Video sehen konnten, traten die von Johnson et al. beschriebenen Probleme in unserem Falle nicht auf.

2.5 Datenanalyse

Die Auswertung qualitativer Datensätze, wie sie in Interviews mit mehrheitlich offenen Fragen typischerweise erhoben werden, stellt im Vergleich zu den meisten quantitativen Methoden eine besondere Herausforderung dar. Dies deshalb, da die Anwendung formalisierter Analyseverfahren, welche standardisiert und systematisch nach einer vorgegebenen Vorgehensweise auf die Daten angewendet werden können, oft nicht möglich ist. In der Konsequenz erfordert die Analyse eines qualitativen Datenpools ein etwas intuitiveres und weniger stark schematisiertes Herangehen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Auswertung qualitativer Informationen per se weniger präzise ist. Vielmehr ist diese von einem interpretativen und beschreibenden Charakter geprägt und bietet dem Anwender dadurch die einmalige Chance, wertvolle Einblicke in die Zusammenhänge soziotechnischer Systeme zu gewinnen und zu beschreiben.

Dabei steht nicht zwingend Objektivität im Vordergrund, sondern eine grösstmögliche Nähe zur Realität. Hierzu ist anzumerken, dass alleine durch die Verschriftlichung der erhobenen Daten bereits eine andere Version des ursprünglichen Geschehens entsteht. Einerseits wird die transiente Charakteristik einer Interviewsituation durch das schriftliche Festhalten des Gesagten aufgelöst. Andererseits wird dadurch aber auch ein Zugang zu Prozessen und Strukturen geschaffen, die in dem während der Befragung ergründeten Alltagsgeschehen weitgehend unbemerkt ablaufen (Universität Augsburg 2002).

Den im Studiengang MAS-HCID vermittelten Grundsätzen zur Lösungsfindung folgend, gingen wir sowohl bei der Datenerhebung wie auch der -analyse iterativ vor. Dies ermöglichte es uns, insbesondere die Details der Datenanalyse während der Konzeptionierungsphase noch weitgehend offen zu lassen. Diese offene und explorative Herangehensweise wählten wir bewusst, um einerseits die Auswertungsmethode im Verlauf des Analyseverfahrens entsprechend unseren neuesten Erkenntnissen anpassen und verfeinern zu können. Andererseits wollten wir dadurch auch das Risiko vermindern, im Hinblick auf unsere Fragestellung relevante Aspekte aufgrund einer durch eine bestimmte Methodik induzierten Verzerrung unserer Auswertung schon von vornherein aussen vor zu lassen oder gar zu übersehen.

Als Ausgangspunkt unserer Analyse entschieden wir uns nach eingehender Diskussion der uns zur Verfügung stehenden Optionen (z.B. Zusammenfassung, Explikation, Strukturierung, typologische Analyse usw., (vgl. Mayring 2016: 132) schliesslich dazu, den Inhalt unserer Interviews in einem ersten Auswertungsschritt nach Projekten gegliedert auf Affinity-Diagramme zu übertragen. Hierzu hielten wir die Kernaussagen jedes

Interviewten zu den einzelnen Fragen im Sinne einer Zusammenfassung auf Kärtchen fest und klebten diese in zunächst unstrukturierter Form an die Wand. Dem klassischen Auswerteschema eines Affinitätsdiagramms folgend, gruppieren wir diese Aussagen anhand ihrer Gemeinsamkeiten und versuchten, im Sinne einer Kategorisierung entsprechende Überbegriffe für die jeweiligen Cluster zu finden (Courage and Baxter 2005: 717 ff.). Die Möglichkeit, dies in der Gruppe zu tun und die einzelnen Varianten dabei ausführlich diskutieren zu können, gab für uns letztendlich auch den Ausschlag, uns für diese Form der Auswertung zu entscheiden.

Die Abbildung 6 zeigt einen entsprechenden Ausschnitt aus dem Affinitätsdiagramm des AR-Projektes "Steuerung von Industriemaschinen", welches wir als erstes ausgewertet hatten:

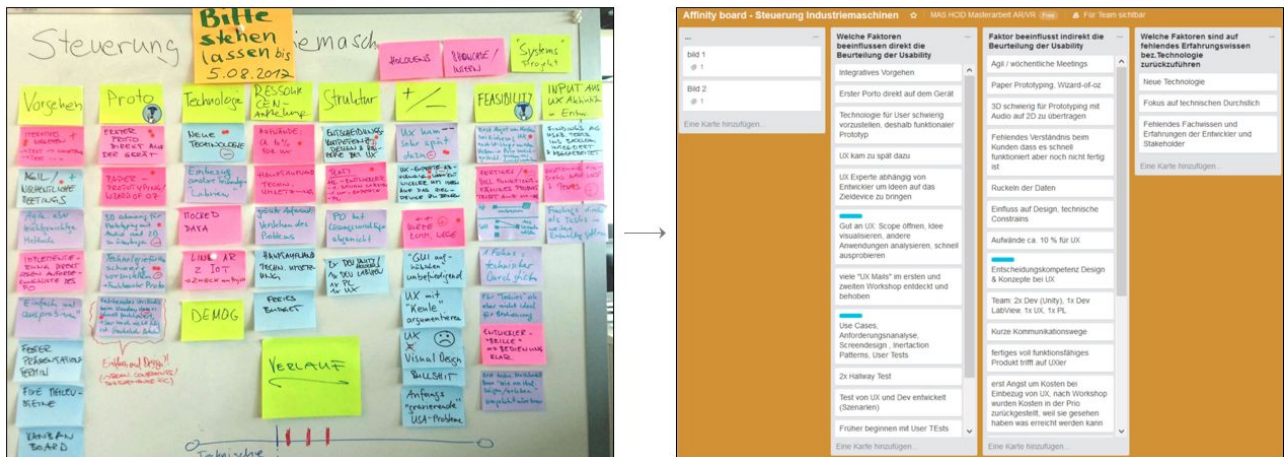


Abbildung 6: Ausschnitt Affinity Diagramm von Steuerung von Industriemaschinen (links am Whiteboard, rechts im Online-Tool Trello)

In einem nächsten Schritt gingen wir der Frage nach, welche der von uns gefundenen Gruppen tatsächlich in einem Zusammenhang mit unserer Fragestellung stehen beziehungsweise welche davon etwas zu deren Beantwortung beitragen können. Dabei stellten wir fest, dass die von uns definierten Cluster hierzu noch unvollständig und zu wenig detailliert gefasst waren und sich deshalb noch nicht zur abschliessenden Klärung unserer Fragen eigneten.

In der Folge diskutierten wir darüber, wie wir unser Affinity-Diagramm erweitern und verbessern müssen. Als zentral erachteten wir die Feststellung, dass unsere Aufgabe im Wesentlichen darin lag, anhand der uns vorliegenden Aussagen Faktoren zu identifizieren, welche sich in den jeweiligen Projekten entweder direkt oder indirekt auf die Beurteilung der Usability von Gestaltungslösungen ausgewirkt hatten. Die von uns definierten Cluster mussten also jeweils auf einem solchen Faktor basieren und die Clusternamen mussten diesen Faktor idealerweise möglichst konkret, eindeutig und verständlich bezeichnen. In einem weiteren Schritt konnten wir dann analysieren, welche dieser Faktoren letztendlich auf die fehlende Erfahrung hinsichtlich Design und Evaluation der Usability zurückzuführen sind und welche anderen übergeordneten Kategorien von Einflussfaktoren wir sonst noch identifizieren können.

Daraufhin markierten wir die Gruppen und Aussagen auf den Kärtchen nach dem folgenden Schema:

- indirekter Einfluss: 2 Punkte
- direkter Einfluss: 1 Punkt
- Kategorie / Faktor steht mit fehlendem Erfahrungswissen mit der Technologie in Zusammenhang: Post-It mit “T”

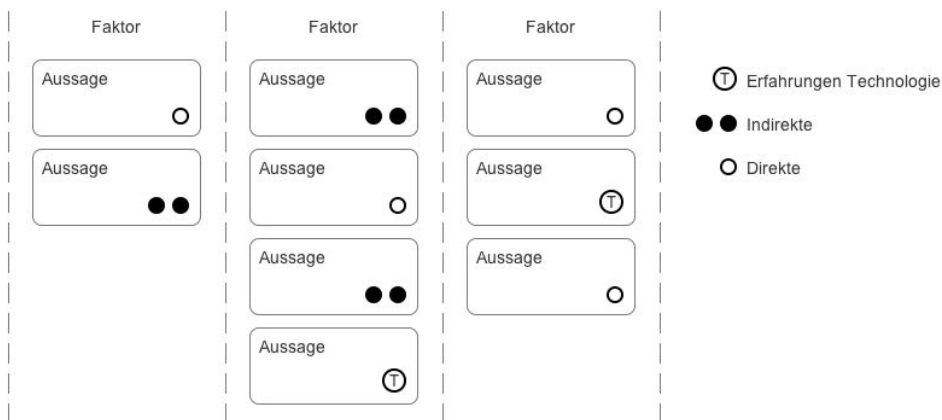


Abbildung 7: Ausschnitt des erweiterten Diagramms (eigene Darstellung)

Im Verlaufe der Auswertung des ersten Projektes kristallisierte sich heraus, dass es uns aufgrund der räumlichen Situation sowie aus Zeitgründen nicht im erforderlichen Masse möglich sein wird, die Analyse sämtlicher Projekte mittels Affinity-Diagramm auf der klassischen Infrastruktur aufrechtzuerhalten (i.e. Pinwand, Post-Its usw.). Wir mussten also einen Weg finden, um unsere Auswertung ortsungebunden durchführen und die Auswertungsboards zeitlich unbegrenzt stehen lassen zu können. Unsere Wahl fiel letztendlich auf das Online-Tool “Trello” (Trello Inc 2018), welches uns genau diese Möglichkeit bot.

Dieser Erkenntnis folgend, werteten wir die restlichen Projekte mithilfe von Trello aus. Dabei verwendeten wir zunächst dieselben Faktorbezeichnungen (“Gruppennamen”), welche wir in dem ersten Projekt identifiziert hatten (Abb. 8). Dies führte aber dazu, dass wir die einzelnen Aussagen nur noch undifferenziert in die bereits bestehenden Gruppen einteilten. Wir machten uns also keine Gedanken mehr dazu, ob sich aus den Aussagen der anderen Projekte allenfalls noch weitere Gruppen bilden lassen und damit weitere und/oder andere Faktoren identifiziert werden könnten. In der Konsequenz ging dadurch aber die Möglichkeit verloren, entsprechende Unterschiede zwischen den einzelnen Projekten zu erkennen und zu beschreiben. Als Folge dieser Erkenntnis einigten wir uns darauf, jedes Projekt jeweils von Grund auf neu auszuwerten.

Ausserdem adaptierten wir unser Auswertungsschema entsprechend der Funktionen, die uns Trello beim Erstellen der Affinity-Karten bot. Insbesondere nutzten wir die Möglichkeiten zur Vergabe eines Titels für jede Karte, zum Gruppieren der Karten in disjunkten Listen bzw. in einzelnen Spalten, Verteilen von farbcodierten Labels, Erstellen von Aufzählungen (“Checklisten”) innerhalb einer einzelnen Karte sowie zum Festhalten von Kommentaren der interviewten Personen.

Konkret gingen wir folgendermassen vor:

Als erstes erstellten wir für jede Aussage eine einzelne Trello-Karte. Den Inhalt der Aussage schrieben wir in den Titel der Karte und legten diese in einer temporären Spalte “Parkplatz” in unsortierter Form ab. Hiervon ausgehend sortierten wir die Karten nach ihrer Zusammengehörigkeit und verschoben diese in weitere temporäre Spalten (Abb. 8). Diese betitelten wir zunächst mit einem unspezifischen Platzhalter. In der darauf folgenden Diskussion legten wir die jeweiligen Spaltennamen fest, wobei diese Spaltennamen den der Gruppe zugrundeliegenden gemeinsamen Faktor möglichst genau beschreiben sollten. Anschliessend gruppieren wir bestimmte Karten noch um und schlossen damit die Sortierung ab.

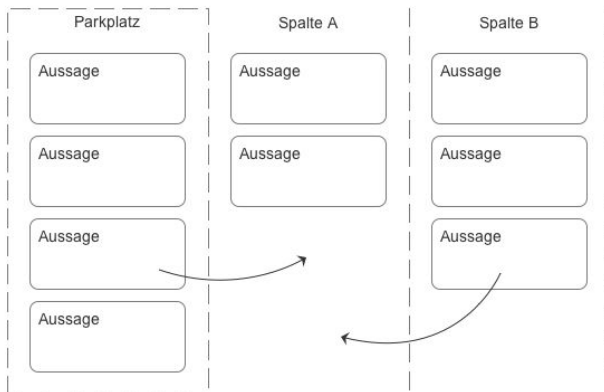


Abbildung 8: Temporäre Spalten im Trello (eigene Darstellung)

Zu diesem Zeitpunkt entsprach unsere Online - Auswertung dem Endzustand eines klassischen Affinitätsdiagramms (Courage und Baxter 2005: 717-720). Bei der Sichtung und Detail-Besprechung der Ergebnisse wurde uns jedoch klar, dass wir unsere Affinitätsdiagramme um einen zusätzlichen Schritt erweitern mussten. Dies war nötig, um die einzelnen Faktoren gemäss dem weiter oben beschriebenen Vorgehen mit den ihnen jeweils übergeordneten Faktoren in Beziehung zu setzen. Folglich führten wir farblich codierte Labels ein, welche wir mit den übergeordneten Faktorkategorien beschrifteten und den jeweiligen Faktoren zugewiesen haben (Abb. 9). Gleichzeitig fassten wir sämtliche sich in ein- und derselben Spalte befindlichen Aussagen (d.h. Karten) als separate Items einer Checkliste in einer einzigen Karte zusammen und betitelten diese mit der jeweiligen Faktorbezeichnung (Abb. 11). In anderen Worten ausgedrückt gruppieren wir zuerst die Aussagen der Interviewten, um Faktoren zu identifizieren und anschliessend gruppieren wir die Faktoren, um übergeordnete Faktorkategorien abzuleiten (Abb. 11). Die sich daraus ergebende Hierarchie ist in Abb. 10 schematisch dargestellt.

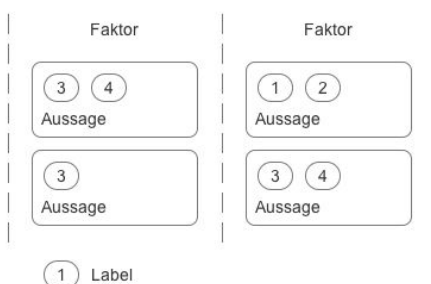


Abbildung 9: Faktorkategorie im Trello durch Labels (eigene Darstellung)

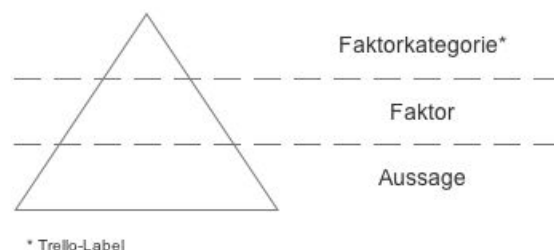


Abbildung 10: Schema der Hierarchie (eigene Darstellung)

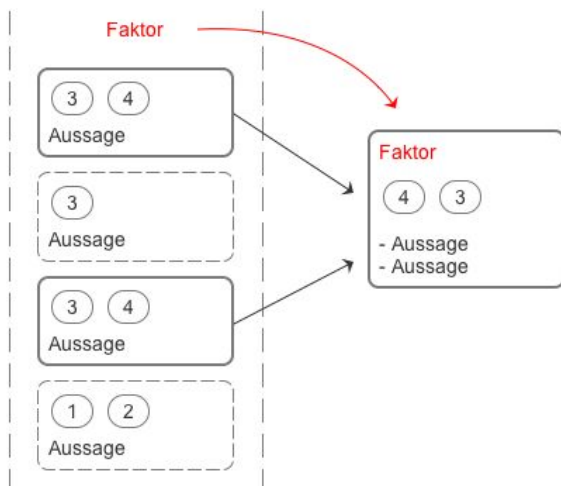


Abbildung 11: Auswertungsschema in Trello (eigene Darstellung)

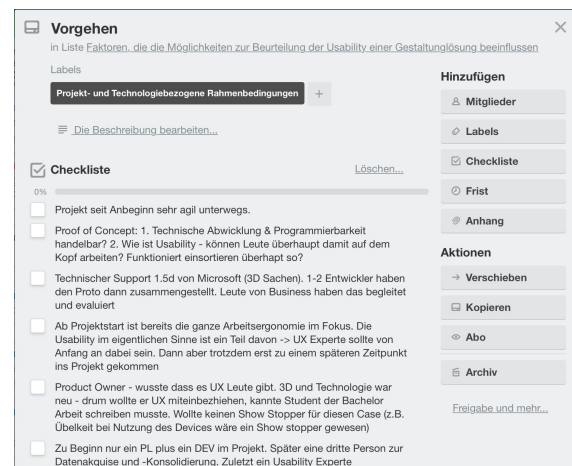


Abbildung 12: Trello Karte

Darüber hinaus stellten wir fest, dass wir die Unterscheidung zwischen direkten und indirekten Faktoren nicht weiter verfolgen wollen. Dazu hätten wir auch die weiteren Zusammenhänge auf Seiten der indirekten Faktoren näher untersuchen müssen, was einerseits nicht im Fokus dieser Arbeit stand und andererseits sehr komplex und aufwändig geworden wäre.



Abbildung 13: Auszug aus Trello: Faktorkategorien als farbcodierte Labels

Um eine tabellarische Aufstellung über die in jeder einzelnen Projektphase durchgeführten Usability-Aktivitäten erstellen zu können, haben wir diese zunächst in den Interviews erfragt und anschliessend aus den Interview-Protokollen und Handskizzen der Interviewten hergeleitet. Gleichermassen gingen wir vor, um die Tabellen für die strukturellen und demografischen Angaben zu den Projekten zu erstellen.

3. Resultate

Dieser Abschnitt widmet sich der deskriptiven Darstellung der Resultate unserer Erhebung. Als erstes folgt eine Übersicht über die wichtigsten demografischen und strukturellen Gegebenheiten des jeweiligen Projekts. Um beantworten zu können, ob mögliche Gestaltungslösungen tatsächlich erst dann hinsichtlich der Usability beurteilt werden können, wenn diese auf der Zielplattform implementiert wurden, zeigen wir anschliessend eine Aufstellung über die in den verschiedenen Projektphasen durchgeführten Analyse-, Design- und Evaluationsaktivitäten. Gleichzeitig werden diejenigen Aktivitäten farbig hervorgehoben, in welchen jeweils ein Prototyp erstellt wurde bzw. ein solcher zum Einsatz kam. Dabei wird anhand verschiedener Farben dargestellt, ob dieser in der finalen Entwicklungsumgebung auf der Zielplattform erstellt wurde oder nicht. In einem nächsten Schritt zeigen wir von den Interviewten angefertigte Grafiken, in denen ersichtlich ist, zu welchem Zeitpunkt nach deren Ansicht die meisten Usability-Probleme erkannt wurden.

Insgesamt lässt sich so erschliessen, ob die Mehrheit dieser Probleme in den von uns untersuchten Projekten tatsächlich erst erfasst werden konnten, nachdem die entsprechenden Gestaltungslösungen auf der Zielplattform implementiert wurden. Anschliessend folgt eine Übersicht über sämtliche von uns aus den Interviews abgeleiteten Faktoren, welche allgemein die Bewertbarkeit der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen können. Hier sind einerseits diejenigen Faktoren von Interesse, welche tatsächlich mit der Erfahrung bezüglich der verwendeten Technologie in Zusammenhang stehen. Nur so lässt sich nämlich zeigen, ob tatsächlich aufgrund der fehlenden Möglichkeiten zur heuristischen Beurteilung der Usability eine bestimmte Gestaltungslösung direkt auf der Zielplattform umgesetzt wurde, oder ob nicht andere Gründe den Ausschlag dazu gegeben haben. Andererseits liefern die übrigen Faktoren wertvolle Hinweise darauf, ob und wie die aktuell noch sehr eingeschränkte Möglichkeit zur erfahrungsbasierten Bewertung der Usability von Gestaltungslösungen im AR- / VR-Bereich kompensiert werden kann. Wir beschränken uns bei der Darstellung der Faktoren und den übergeordneten Kategorien auf deren Namen und Bedeutungen. Eine zusätzliche und ausführliche Beschreibung von den jeweiligen Ausprägungen pro Projekt wäre zu umfangreich geworden, zumal in der Besprechung der Resultate lediglich auf diejenigen Faktoren eingegangen wird, in denen sich die Projekte in entscheidender Art unterscheiden. Diese können aber aus den Trello-Boards erschlossen werden, wobei der interessierte Leser den Link dazu in den Legenden der zugehörigen Tabellen findet.

Es ist gleichermassen wichtig anzumerken, dass wir uns bewusst dazu entschieden haben, auf die Darstellung einzelner Aussagen aus den Interviews an dieser Stelle zu verzichten. Dies einerseits aus Gründen der Übersichtlichkeit, andererseits handelt es sich bei sehr vielen Statements um projektbezogene Beschreibungen, beispielsweise des methodischen Vorgehens oder konkreter Probleme in Bezug auf die Usability, welche ohne entsprechende Kontextinformation nur sehr schwer oder gar nicht zu verstehen wären.

Aus ähnlichen Gründen verzichten wir darauf, die in den Projekten jeweils durchgeführten Usability-Aktivitäten ausführlich zu beschreiben. Der interessierte Leser findet zu den jeweiligen Methoden ein umfangreiches Angebot an Literatur und Anwendungsbeispielen im Internet. Wir beschränken uns in dieser Arbeit darauf darzustellen, ob bei der Durchführung der jeweiligen Aktivität ein Prototyp erstellt bzw. verwendet wurde und ob dieser mit Code umgesetzt wurde oder nicht.

Ebenfalls sei an dieser Stelle erwähnt, dass von den ursprünglich fünf Projekten letztendlich nur deren vier mit in die Arbeit einfliessen. Wir entschieden uns dazu, das Projekt "Trainingssimulator" nach der Auswertung nicht weiter zu bearbeiten. Die Datenlage präsentierte sich hier im Vergleich zu den anderen Projekten sehr dünn und entsprechend wenig aussagekräftig, da es sich hierbei um eine rein technische Machbarkeitsanalyse handelte und infolgedessen praktisch keine Usability-Aktivitäten durchgeführt wurden. In der Konsequenz verzichteten wir auch darauf, das zugehörige Affinity Diagramm vollständig auszuwerten.

3.1 Reparatur-Wartungsassistent

Bei diesem Projekt handelt es sich um einen Kundenauftrag, welcher einerseits dem Auftraggeber die Möglichkeiten eines AR-gestützten Reparatur- und Wartungsassistent aufzeigen sollte. Andererseits diente das Projekt dem Auftragnehmer dazu, sich um eine Lizenz als zertifizierter Microsoft Hololens-Entwickler zu bewerben. Im Zuge dieses Bewerbungsprozesses gibt Microsoft relativ klare Rahmenbedingungen bezüglich der zu erreichenden Ziele, der Zusammenstellung der Projektteams sowie des Entwicklungsansatzes vor. So ist unter anderem der User Experience eine zentrale Rolle zugewiesen. Dementsprechend muss das Projektteam zusammengestellt und das allgemeine Vorgehen grundsätzlich nutzerzentriert sein. Die folgende Tabelle (Tab. 4) zeigt die konkrete Zusammensetzung des Projektteams im Überblick:

Rolle	Anzahl
Product Owner & Agile Coach	1
Projektleiter	1
Entwickler	3
Usability Engineer	3 ¹
Requirements Engineer	1

Tabelle 4: Staffing im Projekt "Reparatur-Wartungsassistent"

Entwicklungsansatz	Einbezug Endbenutzer
Nutzerzentriert	ja

Tabelle 5: Entwicklungsansatz im Projekt "Reparatur-Wartungsassistent"

Entsprechend vielfältig und umfangreich präsentiert sich in diesem Projekt die Übersicht über die in den verschiedenen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten (Tab. 6):

Analyse	Design	Implementierung
Contextual Inquiry	Sketching ●	Usability Test mit FuMu ●
Prozessanalyse	Storyboard	Expert Review ●
Interview	Pattern	Hallway Test ●
Workshop	Papier Prototyping ●	Selbsttest ●
Fokusgruppe	Wizard of oz ●	Interview
Techn. Machbarkeitsanalyse ●	User Story Mapping	
	Szenarien	

Tabelle 6: Usability-Aktivitäten pro Phase im Projekt "Reparatur-Wartungsassistent" (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)

¹ Tech Art, Game Design, Sound Design, Visual Design, Die Rollen wurden zum Teil doppelt belegt.

Die folgenden Abbildungen (Abb. 14 & 15) zeigen den Projektverlauf aus Sicht der von uns befragten Personen. Von besonderem Interesse sind dabei die auf die Projektphasen bezogenen Zeitpunkte, zu denen vermehrt Usability-Probleme erfasst werden konnten. In diesem Falle die schraffierten Abschnitte auf dem jeweiligen Zeitstrahl:

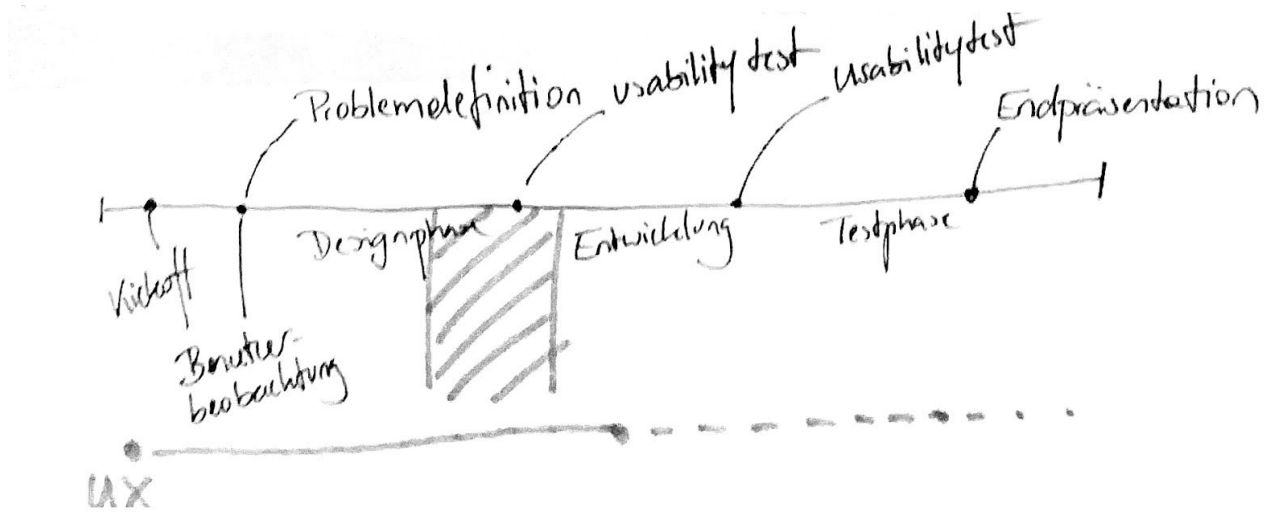


Abbildung 14: Skizze eines Usability Engineers im Projekt "Reparatur-Wartungsassistent"

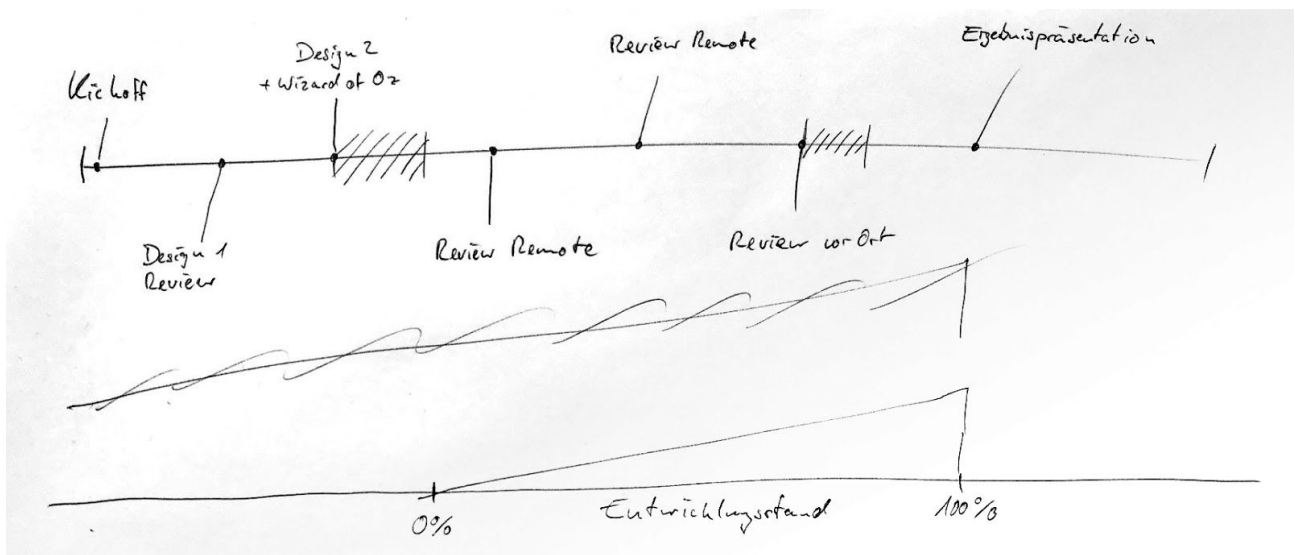


Abbildung 15: Skizze eines Entwicklers im Projekt "Reparatur-Wartungsassistent"

Aus der Gegenüberstellung der in den einzelnen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten und den Projektskizzen ergibt sich für das Projekt "Reparatur-Wartungsassistent" folgendes Bild:

Aus den beiden Skizzen ist zu entnehmen, dass insbesondere zu zwei Zeitpunkten vermehrt Probleme in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit erfasst werden konnten: Einerseits gegen Ende der Designphase / kurz vor dem Start der Implementierung sowie gegen Ende der Implementierungsphase selber. Gemäss Tabelle 6 wurden in der Designphase ausschliesslich Methoden eingesetzt, welche entweder keine Prototypen oder solche ohne Code verwendeten. Im Gegensatz dazu kamen während der Implementierung überwiegend Methoden zur Anwendung, bei denen Prototypen mit Code eingesetzt wurden.

Abschliessend folgt die Übersicht über die von uns aus den Interviews abgeleiteten Einflussfaktoren auf die Bewertbarkeit der Usability (Tab. 7). Darin werden die Faktorbezeichnungen, deren übergeordnete Faktorkategorien sowie die jeweilige Bedeutung des Faktors bzw. was wir darunter verstehen, aufgeführt. Der Einfachheit halber wird in den nachfolgenden Projekten auf die Wiederholung der jeweiligen Erläuterungen verzichtet.

Faktorkategorie	Faktor
Entwicklungsansatz – Nutzer- vs. technikzentriert. Kann sich bspw. auf Prozesse und Staffing auswirken oder ob der Usability innerhalb des Projektes überhaupt die entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt wird oder nicht.	Einbezug der Benutzer – Durchführung von Design- und Evaluationsaktivitäten unter Einbezug von Benutzern der zu entwickelnden Anwendung.
Erfahrung Staff – Allgemeine und technologiespezifische Erfahrung der einzelnen Teammitglieder inner- und ausserhalb ihres Fachbereiches aufgrund ihres bisherigen beruflichen und privaten Engagements.	Skillsets der Projektmitarbeitenden – Fachliche Kompetenz und allgemeiner Wissensstand der Teammitglieder.
	Methodische Vielfalt & Flexibilität – Variantenreichtum und Angemessenheit der eingesetzten Methoden sowie die Bereitschaft und Fähigkeit des sie einsetzenden Experten zu deren Anpassung im Bedarfsfall.
	Wissenstransfer auf neue Technologie – Adaption konventioneller Usability-Methodik an den AR- / VR-Kontext. Entscheidender Faktor bezüglich der Verfügbarkeit von Usability-Aktivitäten ohne Verwendung von Prototypen mit Code.
Erfahrungswissen Technologie – Die relativ neue respektive am Massenmarkt noch kaum erprobte AR- und VR-Technologie bringt entsprechend einen allgemeinen Mangel an Erfahrung hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit von Gestaltungslösungen mit sich. Dies kann sich auf diverse Faktoren auswirken, die ihrerseits die Bewertbarkeit der Usability beeinflussen. Beispielsweise kann dieser Mangel dazu führen, dass einfache und ohne Programmierkenntnisse anwendbare Prototyping-Tools erst ansatzweise verfügbar sind.	Art der Prototypen – Art der Prototypen, die während den Usability-Aktivitäten erstellt werden und / oder zum Einsatz kommen (“mit” vs. “ohne Code”). In Abhängigkeit des Typs ändern sich bspw. die einzelnen Aspekte der Gestaltungslösung, die jeweils hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit beurteilt werden können (z.B. Tragekomfort, Effizienz usw.).
	Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden – Verfügbarkeit von veröffentlichten und verifizierten Design- und Evaluations-Guidelines für User Interfaces (UI) in virtuellen Umgebungen, welche eine heuristische Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit ermöglichen. Kann beispielsweise die Bewertung der Usability mittels Prototypen ohne Code ermöglichen.
Projekt- & technologiebezogene Rahmenbedingungen – Betrifft die Rahmenbedingungen des Projektes, d.h. die allgemeinen Voraussetzungen, die durch das Projekt und / oder die verwendete Technologie vorgegeben sind.	Interdisziplinarität des Teams – Fachliche Zusammensetzung des Projektteams. Kann sich unter anderem auf den allgemeinen Fokus während der Entwicklung auswirken (z.B. Überwinden technischer Herausforderungen vs. Usability).

Constraints – Technische und projektbezogene Hindernisse und Einschränkungen. z.B. Grösse und Gewicht des HMDs, Zeitdruck, Ressourcenknappheit usw.

Staffing, Rollenverteilung – Zeitpunkt des Eintritts ins Projekt einzelner Teammitglieder bzw. der jeweiligen Fachkompetenz und Verteilung zentraler Rollen (z.B. Teamlead, PO usw.). Kann sich z.B. auf den Zeitpunkt intensiver Usability-Aktivitäten auswirken.

Kompetenzen & Verantwortlichkeiten – Verteilung von Entscheidungskompetenzen und Zuständigkeiten innerhalb des Projektteams.

Vorgehen – Formalisierungsgrad und prozessuale Ausrichtung während des Projektes. Kann bspw. die Gewichtung der Usability bzw. den Einsatz nutzerzentrierter Methoden beeinflussen.

Tabelle 7: Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung im Projekt “Reparatur-Wartungsassistent” (siehe Abschnitt 11.9), Link: <https://trello.com/h/a8UzESU9>

3.2 Steuerung Industriemaschinen (SI)

Bei diesem Projekt handelt es sich um einen Showcase für eine Messinstrumenten-Software. Zum Einen wurde damit beabsichtigt, ausgewählte Steuerelemente und deren Informationen von einer Desktop-Anwendung auf die Microsoft HoloLens zu überführen. Zum Anderen wollte man diesen anschliessend auf einem nationalen Fachkongress präsentieren. Bei der Zusammenstellung des Projektteams wurde erst während der Entwicklung die Relevanz der Usability und damit die Notwendigkeit eines Usability-Ingenieurs erkannt. In der Folge wurde der Fokus von einem anfänglich technik- hin zu einem benutzerzentrierten Vorgehen verschoben und das ursprünglich rein technisch ausgelegte Produkt nach einer eingehenden Analyse fast komplett überarbeitet. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammenstellung des Projektteams (Tab. 8):

Rolle	Anzahl
Product Owner	1
Projektleiter	1
Entwickler	2
Usability Engineer	1

Tabelle 8: Staffing im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”

Analyse	Einbezug Endbenutzer
Anfangs technikzentriert. Mit Zuzug eines Usability Engineers wechselte der Fokus auf ein benutzerzentriertes Vorgehen	nein

Tabelle 9: Entwicklungsansatz im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”

Entsprechend überschaubar erscheint die Übersicht über die in den verschiedenen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten (Tabelle 10):

Analyse	Design	Implement
Use-Case-Diagramm	Workshop	Hallway Test ●
Expert Review ●	Papier Prototyping ●	Selbsttest ●
Techn. Machbarkeitsanalyse ●	Sketching ●	

Tabelle 10: Usability-Aktivitäten pro Phase im Projekt "Steuerung Industriemaschinen" (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)

Nachfolgend der Projektverlauf aus Sicht der von uns befragten Personen:

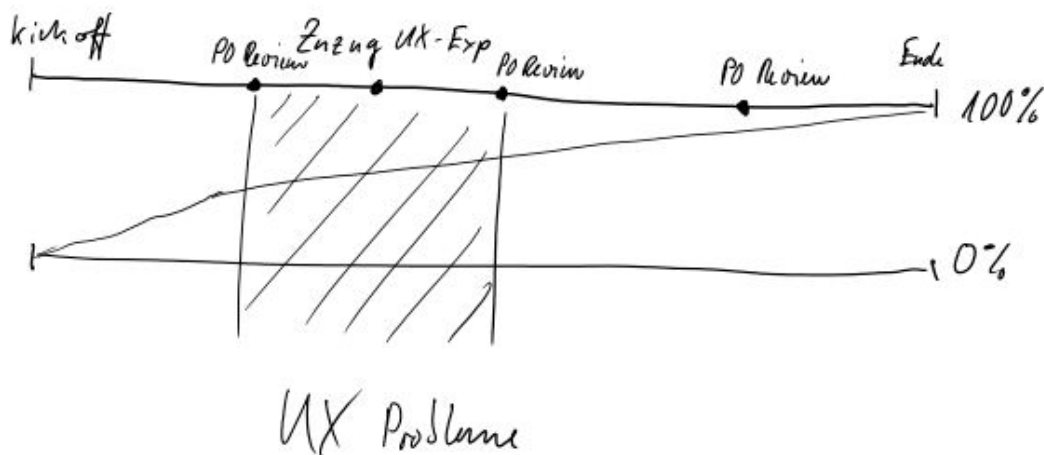


Abbildung 16: Skizze des Projektleiters im Projekt "Steuerung Industriemaschinen"

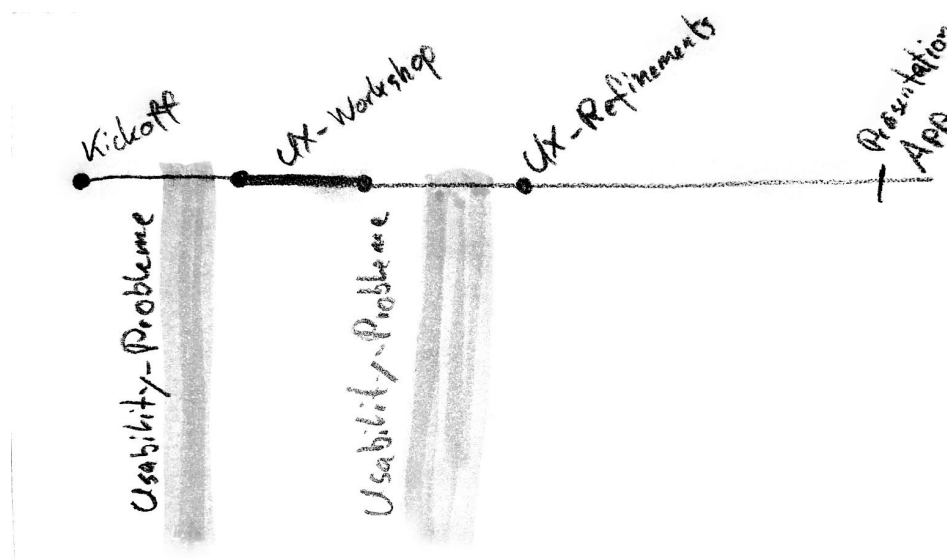


Abbildung 17: Skizze eines Entwicklers im Projekt "Steuerung Industriemaschinen"

Abschliessend die Übersicht über die Einflussfaktoren auf die Bewertbarkeit der Usability (Tab. 11):

Faktorkategorie	Faktor
Entwicklungsansatz	Einbezug der Benutzer
	Technikzentriertes Vorgehen – Bei der Entwicklung des Produktes steht das Überwinden technischer Schwierigkeiten im Zentrum.
Erfahrung Staff	Wissenstransfer auf neue Technologie
	Methodische Vielfalt & Flexibilität
	Skillsets der Projektmitarbeitenden
Erfahrungswissen Technologie	Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden
	Art des Prototypen
Projekt- & Technologiebezogene Rahmenbedingungen	Einstellung der Projektmitarbeitenden zu Usability – Persönliche Einstellung, Mentalität, Erwartungen und Vorstellungen der Teammitglieder gegenüber Usability.
	Constraints
	Staffing, Rollenverteilung
	Kompetenzen & Verantwortlichkeiten
	Vorgehen

Tabelle 11: Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”, Link: <https://trello.com/b/9AXSRjIw>

3.3 Sortierungsanlage (SA)

Bei diesem Projekt handelt es sich um eine Machbarkeitsstudie mit dem Ziel, verschiedene technische Lösungen zur Unterstützung eines manuellen Sortierprozesses miteinander zu vergleichen. Ein Psychologiestudent mit Schwerpunkt auf Arbeits- und Organisationspsychologie arbeitete im Rahmen seiner Bachelorarbeit am Projekt mit. Dieser war mit der Aufgabe betraut, ein erstes Funktionsmuster im Sinne eines Proof of Concept (POC) auf dessen Usability hin zu überprüfen. Sein Engagement endete mit der Präsentation seiner Resultate. Auf diesen aufbauend setzte ein erfahrener Usability Engineer die Arbeit am Projekt fort. Die nachfolgende Tabelle zeigt die entsprechende Zusammenstellung des Projektteams (Tab. 12):

Rolle	Anzahl
Product Owner / Projektleiter	1
Entwickler	1
Usability Engineer	1
Psychologiestudent	1

Tabelle 12: *Staffing im PProjekt "Sortierungsanlage"*

Analyse	Einbezug Endbenutzer
Anfangs technikzentriert. Mit Zuzug eines Usability Engineers wechselte der Fokus auf ein benutzerzentriertes Vorgehen	ja

Tabelle 13: *Entwicklungsansatz im Projekt "Sortierungsanlage"*

Die Aufstellung über die in den verschiedenen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten zeigt sich gleichermassen abwechslungsreich (Tab. 14):

Analyse	Design	Implementierung
User Research	Szenarien	Usability Test ●
Contextual Inquiry	Sketching ●	Heuristiken
Interview		Interview
Prozessanalyse		Expert Review ●
Techn. Machbarkeitsanalyse ●		Selbsttest ●

Tabelle 14: *Analyse-, Design- und Evaluationsaktivitäten pro Phase im Projekt "Sortierungsanlage" (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)*

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die wichtigsten Eckpunkte und Meilensteine aus der Sicht des Psychologiestudenten und des Product Owners / Projektleiters. Die schraffierten Abschnitte indizieren in Relation zum Entwicklungsstand die Zeiträume, zu denen vermehrt Usability-Probleme erkannt wurden.

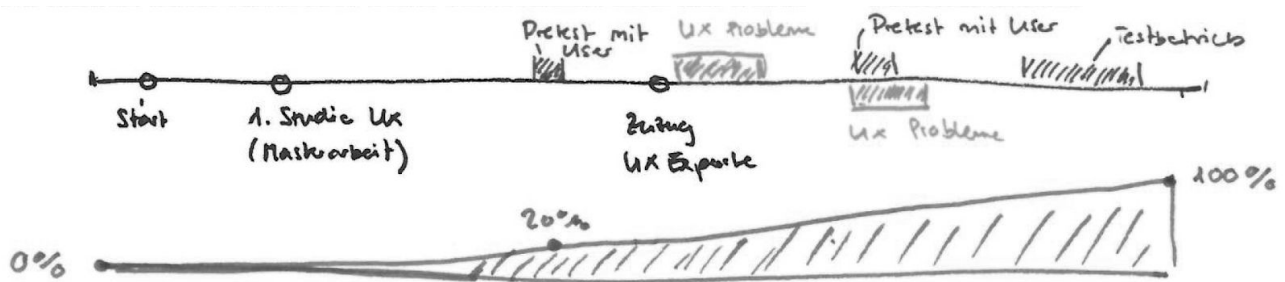


Abbildung 19: Skizze des Product owners / Projektleiters im Projekt "Sortieranlage"

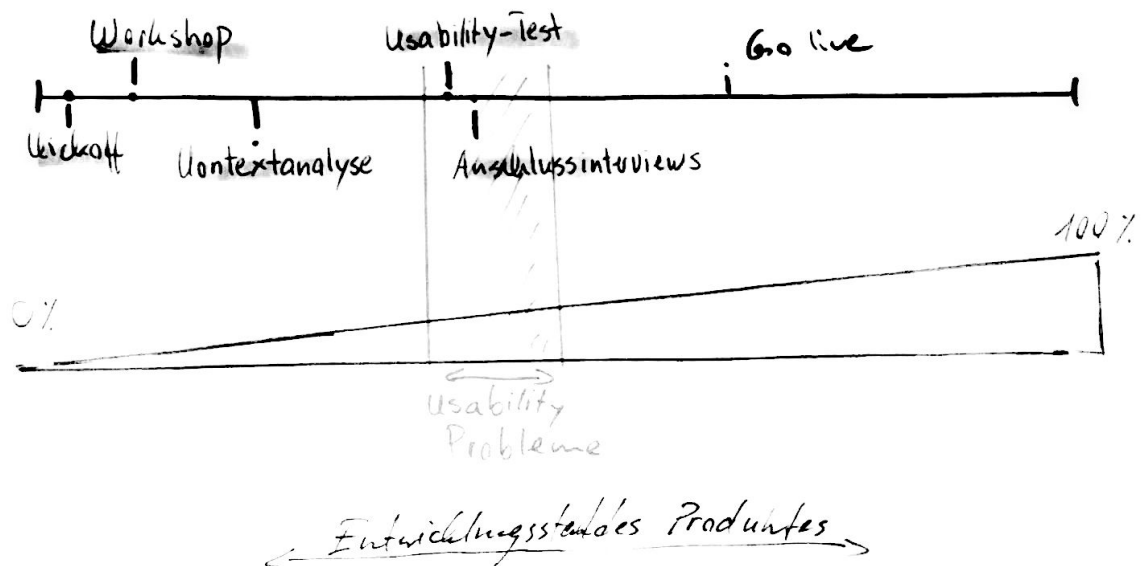


Abbildung 20: Skizze des Psychologiestudenten im Projekt "Sortieranlage"

Aus der Gegenüberstellung der in den einzelnen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten und den Projektskizzen ergibt sich für das Projekt "Sortieranlage" folgendes Bild:

Usability-Probleme wurden mehrheitlich nach Abschluss einer ersten Implementierungsphase im Rahmen von Analyse- und Redesign-Aktivitäten des initialen Funktionsmusters (POC) zu Tage gefördert. Im Gegensatz zur Sicht des PO's / Projektleiters beschränkt sich dieser Zeitpunkt in der Grafik des Psychologiestudenten auf die erste Testphase mit Benutzern. Demgegenüber lässt ersterer diesen Zeitraum in dieser Hinsicht ausser acht und verortet das Erscheinen von Usability-Problemen auf die parallel zur Implementierung laufenden Analyse- und Designaktivitäten des Usability Ingenieurs. Wie aus Tabelle 14 entnommen werden kann, wurden in sämtlichen Phasen fast ausschliesslich Methoden eingesetzt, bei denen Prototypen mit Code verwendet wurden.

Nachfolgend die Übersicht über die Einflussfaktoren auf die Bewertbarkeit der Usability (Tab. 15):

Faktorkategorie	Faktoren
Entwicklungsansatz	Technikzentriertes Vorgehen
	Einbezug von Benutzern
Erfahrung Staff	Skillsets der Projektmitarbeitenden
	Vorgehen bei Evaluation – Konkrete Ausgestaltung der Vorgehensweise zur Bewertung der Benutzerschnittstelle.
	Wissenstransfer auf neue Technologie
	Geschwindigkeit der Umsetzung – Zeit, die vom ersten Entwurf einer Gestaltungslösung bis zur finalen Version auf der Zielplattform benötigt wird.
	Methodische Vielfalt & Flexibilität
Erfahrungswissen Technologie	Art des Prototypen
	Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden
Projekt- & technologiebezogene Rahmenbedingungen	Einstellung der Projektmitarbeitenden zu Usability
	Usability Akzeptanz im Unternehmen – Status, Stellenwert und Verbreitung von UX und Usability innerhalb eines Unternehmens.
	Constraints
	Vorgehen
	Staffing, Rollenverteilung

Tabelle 15: Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung im Projekt “Sortierungsanlage”, Link: <https://trello.com/b/Q00XNEjm>

3.4 Virtuelles Einkaufserlebnis (VI)

Dieses Projekt hatte zum Ziel, eine Konzeptstudie für einen Kunden zu entwickeln. Konkret ging es um die Beantwortung der Frage, wie Produkte im virtuellen Raum präsentiert werden können. Im Zentrum standen dabei die im Vergleich zur realen Welt zusätzlichen Möglichkeiten zur Präsentation und Interaktion, und wie damit ein entsprechender “Wow-Effekt” erzeugt werden kann. Um dies zu ermöglichen, wurde der User Experience bei der Entwicklung ein entsprechend hohes Gewicht beigemessen, obschon der Entwicklungsansatz selber eher technisch ausgerichtet war. Die Zusammenstellung des Projektteams präsentiert sich in diesem Falle folgendermassen:

Rolle	Anzahl
Product Owner & Projektleiter	1
Entwickler	1
Interaction Designer	1 ²

Tabelle 16: Staffing im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis”

Analyse	Einbezug Endbenutzer
Technikzentriert mit Fokus auf das Benutzererlebnis	nein

Tabelle 17: Entwicklungsansatz im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis”

Die Übersicht über die in den verschiedenen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten (Tab. 18) zeigt, dass die Auswahl, wie auch die Anzahl der angewendeten Methoden sehr einfach ausfällt:

Analyse	Design	Implement
Workshop	Whiteboard ●	Selbsttest ●
Techn. Machbarkeitsanalyse ●	Sketching ●	Pattern

Tabelle 18: Analyse-, Design- und Evaluationsaktivitäten pro Phase im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)

Wie in den nachfolgenden Abbildungen ersichtlich ist, wurde der Projektverlauf von den involvierten Personen heterogen skizziert: Während sich gemäss der ersten Projektskizze (Abb. 21) vor allem zu Beginn der Implementierungsphase vermehrt Usability-Probleme zeigten, lokalisiert die zweite Person diesen Zeitpunkt gegen Ende der technischen Umsetzung (Abb. 22). In der dritten Darstellung wiederum fehlt diese Information. Vielmehr setzte die betreffende Person den Fokus ihrer Zeichnung auf die zu bewältigenden Herausforderungen in Bezug auf die Usability (“UX Challenges”), wie z.B. die Navigation im virtuellen Raum oder die Interaktion mit 3D-Modellen (Abb. 23).

² Interaction Designer mit Fachkompetenz als Entwickler; in diesem Projekt in einer Doppelrolle (User Experience & Entwicklung)

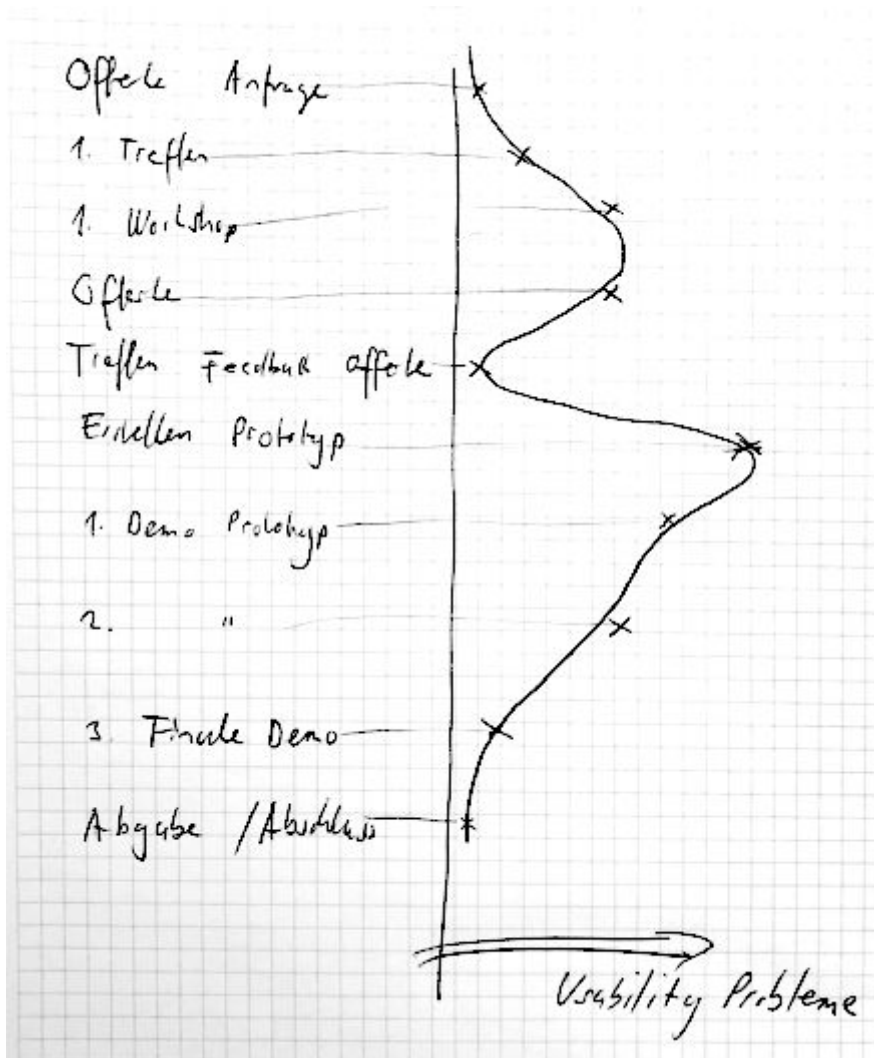


Abbildung 21: Die Skizze des Projektleiters / Product owners zeigt in einer Kurve auf wie gemäss seiner Vorstellung vor allem zu Beginn der Implementierungsphase vermehrt Usability-Probleme im Projekt "Virtuelles Einkaufserlebnis" auftraten

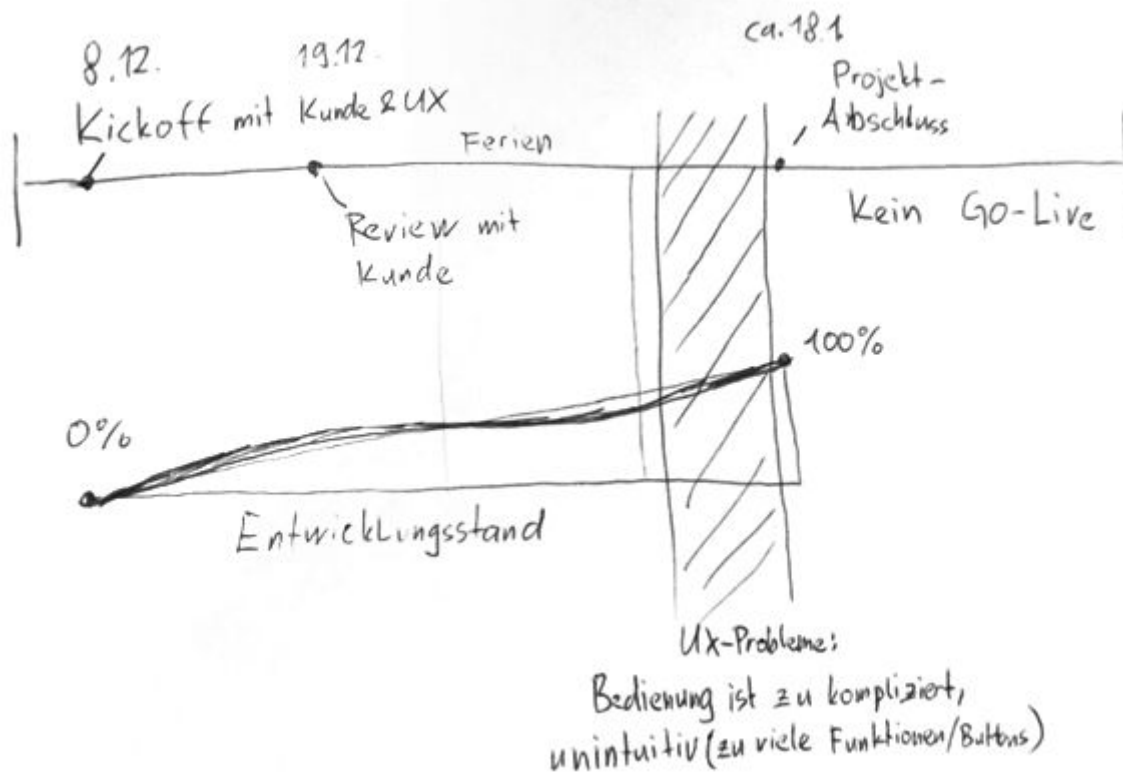


Abbildung 22: Die Skizze eines Entwicklers zeigt Eckpunkte und Meilensteine im Projektverlauf. Der schraffierte Abschnitt indiziert in Relation zum Entwicklungsstand den Zeitpunkt, zu dem vermehrt Usability-Probleme im Projekt "Virtuelles Einkaufserlebnis" erkannt wurden.

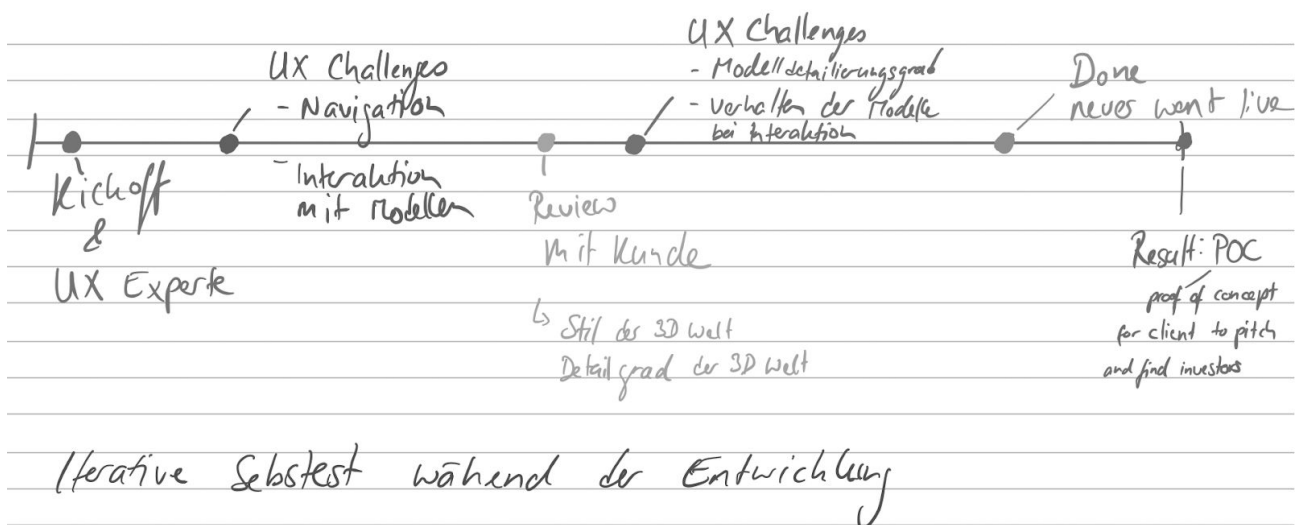


Abbildung 23: Skizze des Interaction Designers mit Fachkompetenz als Entwickler. Hervorgehoben sind die zu bewältigenden Herausforderungen in Bezug auf die Usability ("UX Challenges") sowie die wichtigsten Eckpunkte im Verlauf des Projektes "Virtuelles Einkaufserlebnis".

Aus der Gegenüberstellung der in den einzelnen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten und den Projektskizzen ergibt sich für das Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” folgendes Bild:

Die vom Interaction Designer erstellte Skizze geht nicht auf Usability-Probleme ein, was uns veranlasst, diese nicht in den folgenden Vergleich mit einfließen zu lassen. Die ersten beiden Skizzen wiederum verdeutlichen, dass der Zeitpunkt, zu dem vermehrt Usability-Probleme erfasst wurden, im Besonderen dort liegt, wo das Produkt bereits mit Code auf der Zielplattform implementiert wurde. Dies, obschon die effektive Wahrnehmung dieser beiden Projektmitglieder hinsichtlich des genauen Zeitpunktes auf den ersten Blick auseinander zu driften scheint: Die Skizze des Projektleiters indiziert eine Anhäufung der Usability-Probleme primär zu Beginn der Implementierung, wobei die Zeichnung des Entwicklers das Erfassen der Probleme hauptsächlich am Ende der Entwicklung verortet.

Nachfolgend findet sich erneut die Tabelle mit den aus dem Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” extrahierten Faktoren sowie deren übergeordnete Faktorkategorie, wie sie im Detail bereits oben beschrieben wurden.

Faktorkategorie	Faktoren
Entwicklungsansatz	Einbezug der Benutzer
Erfahrung Staff	Methodische Vielfalt & Flexibilität
	Skillsets der Projektmitarbeitenden
Erfahrungswissen Technologie	Art des Prototypen
	Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden
Projekt & Technologiebezogene Rahmenbedingungen	Einstellung der Projektmitarbeitenden zu Usability
	Constraints
	Vorgehen
	Staffing, Rollenverteilung
	Kompetenzen & Verantwortlichkeiten

Tabelle 19: Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis”, Link: <https://trello.com/b/TCJiUfbr>

3.5 Trainingssimulator (TS)

Die folgenden Angaben dienen an dieser Stelle nur der Vollständigkeit. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden sie nicht mehr berücksichtigt. Die Gründe hierfür sind in der Einleitung zu diesem Abschnitt beschrieben.

Rolle	Anzahl
Product Owner & Projektleiter	1
Entwickler	1
Interaction Designer	1 ³
User Experience	1

Tabelle 20: Staffing im Projekt "Trainingssimulator"

Analyse	Einbezug Endbenutzer
Technikzentriert	nein

Tabelle 21: Entwicklungsansatz im Projekt "Trainingssimulator"

Analyse	Design	Implementierung
Workshop		Selbsttest [•]
Techn. Machbarkeitsanalyse [•]		

Tabelle 22: Analyse-, Design- und Evaluationsaktivitäten pro Phase im Projekt "Trainingssimulator" (Lila: Prototyp mit Code)

³ Interaction Designer mit Kompetenzen als Entwickler

3.6 Projektübergreifende Übersicht aller Faktoren

Abschliessend folgt eine projektübergreifende Übersicht über sämtliche von uns identifizierten Faktoren und deren übergeordneten Kategorien (Tab. 23):

Faktorkategorie	Faktoren
Entwicklungsansatz – Nutzer- vs. technikzentriert. Kann sich bspw. auf Prozesse und Staffing auswirken oder ob der Usability innerhalb des Projektes überhaupt die entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt wird oder nicht.	Einbezug der Benutzer – Durchführung von Design- und Evaluationsaktivitäten unter Einbezug von Benutzern der zu entwickelnden Anwendung.
	Technikzentriertes Vorgehen – Bei der Entwicklung des Produktes steht das Überwinden technischer Schwierigkeiten im Zentrum.
Erfahrung Staff – Allgemeine und technologiespezifische Erfahrung der einzelnen Teammitglieder inner- und ausserhalb ihres Fachbereiches aufgrund ihres bisherigen beruflichen und privaten Engagements.	Geschwindigkeit der Umsetzung – Zeit, die vom ersten Entwurf einer Gestaltungslösung bis zur finalen Version auf der Zielplattform benötigt wird.
	Methodische Vielfalt & Flexibilität – Variantenreichtum und Angemessenheit der eingesetzten Methoden sowie die Bereitschaft und Fähigkeit des sie einsetzenden Experten zu deren Anpassung im Bedarfsfall.
	Vorgehen bei Evaluation – Konkrete Ausgestaltung der Vorgehensweise zur Bewertung der Benutzerschnittstelle.
	Wissenstransfer auf neue Technologie – Adaption konventioneller Usability-Methodik an den AR- / VR-Kontext.
Erfahrungswissen Technologie – Die relativ neue respektive am Massenmarkt noch kaum erprobte AR- und VR-Technologie bringt entsprechend einen allgemeinen Mangel an Erfahrung hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit von Gestaltungslösungen mit sich. Dies kann sich auf diverse Faktoren auswirken, die ihrerseits die Bewertbarkeit der Usability beeinflussen. Beispielsweise kann dieser Mangel dazu führen, dass einfache und ohne Programmierkenntnisse anwendbare Prototyping-Tools erst ansatzweise verfügbar sind.	Art der Prototypen – Art der Prototypen, die während den Usability-Aktivitäten erstellt werden und / oder zum Einsatz kommen (“mit” vs. “ohne Code”). In Abhängigkeit des Typs ändern sich bspw. die einzelnen Aspekte der Gestaltungslösung, die jeweils hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit beurteilt werden können (z.B. Tragekomfort, Effizienz usw.).
	Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden – Verfügbarkeit von veröffentlichten und verifizierten Design- und Evaluations-Guidelines für User Interfaces (UI) in virtuellen Umgebungen, welche eine heuristische Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit ermöglichen. Kann beispielsweise die Bewertung der Usability mittels Prototypen ohne Code ermöglichen.

Projekt- & technologiebezogene Rahmenbedingungen – Betrifft die Rahmenbedingungen des Projektes, d.h. die allgemeinen Voraussetzungen, die durch das Projekt und / oder die verwendete Technologie vorgegeben sind.

Constraints – Technische und projektbezogene Hindernisse und Einschränkungen.

Einstellung der Projektmitarbeitenden zu Usability – Persönliche Einstellung, Mentalität, Erwartungen und Vorstellungen der Teammitglieder gegenüber Usability.

Interdisziplinarität des Teams – Fachliche Zusammensetzung des Projektteams. Kann sich unter anderem auf den allgemeinen Fokus während der Entwicklung auswirken (z.B. Überwinden technischer Herausforderungen vs. Usability).

Kompetenzen & Verantwortlichkeiten – Verteilung von Entscheidungskompetenzen und Zuständigkeiten innerhalb des Projektteams.

Staffing, Rollenverteilung – Zeitpunkt des Eintritts ins Projekt einzelner Teammitglieder bzw. der jeweiligen Fachkompetenz und Verteilung zentraler Rollen (z.B. Teamlead, PO usw.). Kann sich z.B. auf den Zeitpunkt intensiver Usability-Aktivitäten auswirken.

Usability Akzeptanz im Unternehmen – Status, Stellenwert und Verbreitung von UX und Usability innerhalb eines Unternehmens.

Vorgehen – Formalisierungsgrad und prozessuale Ausrichtung während des Projektes. Kann bspw. die Gewichtung der Usability bzw. den Einsatz nutzerzentrierter Methoden beeinflussen.

Tabelle 23: Projektübergreifende Übersicht sämtlicher von uns identifizierten Faktoren und deren übergeordneten Kategorien

4. Besprechung der Resultate

In dieser Arbeit haben wir fünf ausgewählte Projekte untersucht, in denen Augmented und Virtual Reality - Anwendungen entwickelt wurden. Unser Interesse galt dabei den Zusammenhängen zwischen der relativen Unerprobtheit der Technologie am Markt respektive dem damit einhergehenden Mangel an Möglichkeiten zur heuristischen Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit und der Notwendigkeit, Gestaltungslösungen zu deren Usability-Evaluation direkt auf der Zielplattform implementieren zu müssen. Um dieses Themenfeld zu erkunden, wählten wir einen explorativen Ansatz und interviewten in diesem Rahmen insgesamt 13 an der Entwicklung entscheidend beteiligte Mitglieder aus den jeweiligen Projektteams. Dabei achteten wir darauf, zu jedem Projekt je einen Entwickler, einen Usability Engineer / Interaction Designer sowie einen Projektleiter interviewen zu können. Dies diente dem Zweck, unterschiedliche Perspektiven, Ansichten und Meinungen erfassen und analysieren zu können. Die dabei erhobenen qualitativen Daten überführten wir nach Projekten getrennt in entsprechend unseren Bedürfnissen angepasste Affinity-Diagramme. Im Zuge dieser Auswertung erfassten wir die Usability-Aktivitäten und die dabei verwendeten / erstellten Arten von Prototypen, die in den verschiedenen Projektphasen durchgeführt wurden. Andererseits identifizierten wir anhand der uns zur Verfügung stehenden Aussagen der Interviewten unterschiedliche Faktoren, die mit der Bewertbarkeit der Gebrauchstauglichkeit einer Gestaltungslösung in Zusammenhang stehen. Diese setzten wir in anschliessend mit übergeordneten Faktoren in Beziehung.

Mit diesen zwei Schritten bezweckten wir folgende Dinge: Einerseits wollten wir die Frage klären, ob in den von uns untersuchten Projekten nebst einem Mangel an Möglichkeiten zur heuristischen Beurteilung von Gestaltungslösungen auch noch andere Gründe dazu geführt haben, dass Lösungsansätze direkt auf der Zielplattform implementiert wurden. Andererseits wollten wir herausfinden, ob und wie dieser Mangel allenfalls kompensiert werden kann, um darauf aufbauend konkrete Empfehlungen für künftige AR- und VR-Projekte ableiten zu können. Hierzu ist es wiederum von entscheidendem Vorteil, möglichst viele Faktoren inklusive deren Kern (i.e. deren übergeordnete Faktorkategorie) zu kennen, die mit der Bewertung der Usability einer Gestaltungslösung zusammenhängen.

Der nun folgende Abschnitt widmet sich der Besprechung unserer Resultate im Sinne einer kritischen Diskussion unter dem Aspekt der eingangs dieser Arbeit in Form einer Behauptung aufgestellten Hypothese (siehe auch Abschnitt "Hypothese & Forschungsfragen"). Ebenfalls werden im jeweiligen Kontext ausgewählte Unterschiede zwischen den einzelnen Projekten aufgezeigt und erklärt. Weitere Teile dieses Kapitels beschäftigen sich mit der allgemeinen Aussagekraft unserer Daten bzw. deren Geltungsbereich, der Erarbeitung konkreter Empfehlungen für künftige AR- bzw. VR-Projekte und dem Ausblick auf potentielle weiterführende Forschungsgegenstände.

4.1 Beantwortung der Hypothese

Zur Besprechung unserer Ergebnisse erachten wir es als sinnvoll, die zu diskutierende Hypothese / Behauptung in drei Abschnitte zu gliedern, die jeweils einzeln abgehandelt werden sollen:

Behauptung 1

“Viele Probleme mit der Benutzbarkeit von AR- / VR-Produkten können erst dann erkannt werden, wenn die Gestaltungslösungen geplanter Funktionalitäten auf der Zielplattform implementiert wurden. (...)”

Wie aus den im Resultateteil näher beschriebenen Vergleichen zwischen den während den unterschiedlichen Projektphasen durchgeführten Usability-Aktivitäten und den zugehörigen Skizzen des jeweiligen Projektverlaufs hervorgeht, wurden in sämtlichen von uns untersuchten Projekten tatsächlich dann gehäuft Usability-Probleme entdeckt, wenn im Rahmen dieser Aktivitäten Prototypen mit Code (d.h. auf der Zielplattform implementierte Lösungsansätze) eingesetzt wurden. Demzufolge beurteilen wir diesen Teil der Hypothese als bestätigt, wobei hier das Projekt “RA” eine bemerkenswerte Ausnahme darstellt. Auf diese soll an dieser Stelle etwas näher eingegangen werden:

Gemäss den Skizzen der Interviewten konnten beim Projekt “Reparatur-Wartungsassistent” in zwei unterschiedlichen Zeiträumen vermehrt Usability-Probleme erfasst werden: Zum Ende der Design-Phase sowie kurz vor Abschluss der Implementierung. Interessanterweise wurden im Rahmen des Designs ausschliesslich Aktivitäten durchgeführt, welche ohne den Einsatz von Prototypen mit Code auskamen (vgl. Tab. 6). Folglich ist es also zumindest für AR-Anwendungen durchaus möglich, Gestaltungslösungen mehr oder weniger wirkungsvoll hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit zu beurteilen, auch ohne diese auf der Zielplattform implementieren zu müssen.

Aus der projektbezogenen Gegenüberstellung der Einflussfaktoren schliessen wir, dass dieser Umstand insbesondere durch folgende Punkte begünstigt wird:

- 1.) *Entwicklungsansatz*: Dieser war beim RA aufgrund der Vorgabe von Microsoft von Beginn weg nutzerzentriert. Folglich wurde im gesamten Projektverlauf sehr viel Gewicht auf Usability und die damit verbundenen Aktivitäten gelegt.
- 2.) *Staffing, Rollenverteilung*: Ebenfalls stark von der Vorgabe von Microsoft geprägt. Um dem nutzerzentrierten Ansatz gerecht zu werden, wurde darauf geachtet, in sämtlichen Fachbereichen und insbesondere auf dem Gebiet der Usability möglichst erfahrene und versierte Experten in das Projektteam aufzunehmen.
- 3.) *Kompetenzen & Verantwortlichkeiten*: Entsprechend der hohen Gewichtung von UX befanden sich die dafür zuständigen Personen in Bezug auf die Vorgaben für die Entwicklung während des ganzen Projekts im Lead.
- 4.) *Skillsets der Projektmitarbeitenden*: Insbesondere die Teammitglieder aus dem Fachgebiet der Usability verfügten über einen sehr breiten Erfahrungsschatz und korrespondierende Fähigkeiten hinsichtlich der Methodik sowie deren Einsatz- und allfälligen Anpassungsmöglichkeiten.
- 5.) *Methodenvielfalt & Flexibilität*: Als Folge von Punkt 4 wurde in dem Projekt “RA” eine Vielzahl unterschiedlicher Usability-Methoden eingesetzt. Falls nötig und möglich, wurden diese an die speziellen Anforderungen eines AR-Projektes angepasst.

Insgesamt wurden so die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, um die Gebrauchstauglichkeit von Gestaltungslösungen trotz des offensichtlichen Mangels an verifizierten Design- und Evaluationsguidelines auch ohne auf der Zielplattform implementierte Lösungsansätze beurteilen und allfällige Probleme erfassen zu können.

Inwiefern dies auch für die virtuelle Realität gilt, lässt sich anhand unserer Datensätze nicht abschliessend beantworten, zumal in den von uns untersuchten VR-Projekten obiger Hypothese entsprechend

Usability-Probleme vor allem dann zu Tage traten, wenn die jeweiligen Lösungsansätze auf der Zielplattform implementiert wurden. Dies heisst jedoch nicht automatisch, dass unter anderen Umständen ähnliche Ergebnisse wie beim “Reparatur-Wartungsassistent” nicht auch möglich wären. Beispielsweise ist gerade der Einsatz von Methoden wie “Wizard of Oz” in entsprechend angepasster Form gemäss Preim & Dachzelt (2015: 126-128) durchaus auch im Rahmen der Entwicklung von VR-Applikationen denkbar. Gemäss den Autoren eignet sich diese spezifische Methode vor allem zum Entwurf von interaktiven Systemen, die intelligente Komponenten wie bspw. Sprach-, Positions- und Gestenerkennung oder das Erfassen von Kopfbewegungen aufweisen sollen. Gleichermassen ist es denkbar, auch andere Usability-Methoden im Rahmen von VR-Projekten in angepasster Form zum Einsatz zu bringen.

Behauptung 2

“(…) Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dass aufgrund der fehlenden Erfahrung mit der zugrundeliegenden Technologie noch nicht heuristisch (und damit aus Erfahrung) beurteilt werden kann, welche Lösungsansätze funktionieren und welche nicht. (...)”

Den zweiten Teil der Behauptung sehen wir lediglich teilweise als bestätigt. In allen Projekten wurde die direkte Implementierung von Lösungsansätzen auf der Zielplattform zwar mitunter damit begründet, dass aufgrund der fehlenden Möglichkeiten zur erfahrungsbasierten Beurteilung von deren Gebrauchstauglichkeit keine anderen Alternativen dazu bestanden. Jedoch wurden auch noch andere Gründe dafür genannt, dass Gestaltungslösungen direkt auf der Zielplattform entwickelt und hinsichtlich deren Usability überprüft wurden:

- 1.) *Geschwindigkeit der Umsetzung:* Unter der Voraussetzung, dass die mit der technischen Umsetzung betrauten Personen über die nötigen Programmierkenntnisse und Erfahrungen verfügen sowie die grundsätzliche Bereitschaft zeigen, Lösungsansätze zu deren Überprüfung ohne grosse Umschweife direkt auf der Zielplattform zu implementieren und allenfalls wieder auszubauen, können Gestaltungslösungen auf diese Art insgesamt schneller erarbeitet und evaluiert werden als mit herkömmlichen Methoden (z.B. im Projekt “SA”).
- 2.) *Constraints:* Technische und projektbezogene Einschränkungen wie bspw. das Fehlen von einfachen Prototyping Tools oder erhöhter Zeitdruck können ebenfalls dazu führen, dass Lösungsansätze direkt auf der Zielplattform erarbeitet und evaluiert werden (z.B. im Projekt “VI”).
- 3.) *Projektziel:* Geht es bei dem Projekt in erster Linie darum, im Rahmen einer Machbarkeitsstudie einen technisch einwandfreien Prototypen zu erstellen, wird auf die Gestaltung und Evaluation von Lösungen ausserhalb der Zielplattform verzichtet (z.B. im Projekt “SI”). *Anmerkung: Das Projektziel wurde nicht als Faktor identifiziert, sondern ergab sich aus den Beschreibungen der Projekte.*

Behauptung 3

“Im Extremfall kann dies dazu führen, dass viele der Probleme im Zusammenhang mit der Benutzbarkeit solcher Anwendungen erst dann zu Tage treten, wenn das jeweilige Produkt bereits fast fertig entwickelt wurde.”

Der dritte und letzte Teil der Behauptung lässt sich mit den uns zur Verfügung stehenden Daten nicht zweifelsfrei beantworten. Beim projektübergreifenden Vergleich der Verlaufsskizzen fällt in zwei Projekten nämlich auf, dass sich in Abhängigkeit der befragten Person ein anderes Ergebnisbild offenbart. Dieses Phänomen trat in den Projekten “Virtuelles Einkaufserlebnis” und “Sortierungsanlage” in Erscheinung.

Im ersten Fall (Projekt “VI”) zeigt die Darstellung des Entwicklers, dass vor allem kurz vor Projektschluss die meisten Usability-Probleme erkannt werden konnten. Demgegenüber indiziert die Skizze des Projektleiters diesen Zeitpunkt gleich zum Start der Entwicklung der Anwendung. In der Darstellung des Interaction Designers fehlt diese Information wiederum komplett.

Im zweiten Fall (Projekt “SA”) divergieren die eingezeichneten Zeitpunkte, zu denen die Probleme mit der Benutzbarkeit mehrheitlich erfasst wurden, ebenfalls. Während der Projektleiter die Intervalle hauptsächlich in der zweiten Hälfte des Projektes verortete, markierte der Psychologiestudent den betreffenden Abschnitt in der

ersten Hälfte des Projektverlaufes. Just zu diesem Zeitpunkt führte Letzterer mit mehreren Endbenutzern einen Usability Test durch. Interessanterweise ging der Projektleiter in keinsten Weise auf diesen Zeitpunkt ein.

Diese Beobachtungen lassen uns vermuten, dass die verschiedenen Rollen in den Projekten eine gänzlich unterschiedliche Sicht auf das Vorhaben erfahren und ihr jeweiliger Informationsstand über die gefundenen Usability-Probleme in der Folge nicht kongruent sind. Weiter vermuten wir, dass womöglich Unklarheit darüber herrscht, was "Usability" bedeutet und infolgedessen das unterschiedliche Wissen darüber, was überhaupt ein "Usability-Problem" ist, zu den voneinander abweichenden Ergebnissen beiträgt. Gerade bei dieser Problematik könnten Heuristiken einen wichtigen Beitrag in Form objektiver Kriterien leisten, um die Probleme unabhängig individueller Wissensstände einzelner Projektmitglieder klassifizieren zu können.

4.2 Weiterführende Diskussion & Empfehlungen

Wie im oberen Teil dieser Sektion beschrieben, zeigten sich in den von uns untersuchten Projekten tatsächlich häufig erst dann Probleme im Zusammenhang mit der Gebrauchstauglichkeit von Gestaltungslösungen, nachdem diese auf der Zielplattform implementiert wurden. Übereinstimmend mit der Behauptung, dass dies auf die fehlende Erfahrung bei der Erarbeitung und Evaluation von Lösungsansätzen zurückzuführen ist, wurde die Notwendigkeit zur Überprüfung von deren Usability anhand bereits auf der Zielplattform umgesetzter Gestaltungslösungen mehrheitlich damit begründet, dass entsprechende Alternativen bislang noch nicht oder nur sehr beschränkt zur Verfügung stünden. Insofern sind unsere Ergebnisse diesbezüglich im Einklang mit Autoren wie LaViola und Josef oder Bowman et al., welche in ihren Arbeiten ebenfalls feststellen, dass es bis dato kaum verifizierte Design- und Evaluationsguidelines zur Gestaltung und Evaluation von 3D User Interfaces gibt (vgl. LaViola et al. 2017: 46) (Bowman, Gabbard und Hix, n.d.).

Dementsprechend erfordert die Erstellung von AR- / VR-Anwendungen schon während der Analyse- und Konzeptionierungsphase ein relativ hohes Mass an Expertenwissen im Bereich der 3D-Entwicklungsumgebungen (z.B. Game Engines wie Unity, 3ds Max oder Unreal). Einfache Prototyping-Methoden, best practices, Heuristiken, Pattern-Sammlungen und Testverfahren stehen im AR- und VR-Bereich gemäss unserer Recherche erst ansatzweise zur Verfügung (Dünser und Billingham 2011). So sind wir bisher lediglich auf einen Hinweis in der Microsoft Developer Dokumentation (Microsoft Corporation, n.d.) aus dem Jahr 2000 gestossen, welche einzelne Methoden und Vorgehensweisen vorschlägt, die das Auffinden von Usability-Problemen noch vor der Erstellung einer lauffähigen Vorstufe des Endproduktes auf der Zielplattform begünstigen.

Insgesamt fehlen somit in Bezug auf Interaktionsdesign und Usability Evaluation in der erweiterten und virtuellen Realität tatsächlich vor allem entsprechende Erfahrungswerte mit standardisierten Design-, Prototyping- und Evaluationsmethoden, so dass Lösungsideen und Designkonzepte häufig schon mit mehr oder weniger hohem Entwicklungsaufwand direkt auf der Zielplattform implementiert werden müssen. In der Folge ist die AR- / VR-Applikationsentwicklung in sämtlichen Projektphasen noch mehrheitlich den Software-Spezialisten vorbehalten respektive stark von diesen geprägt.

Als Konsequenz wird bei der jeweiligen Produktentwicklung häufig auf einen technologie-zentrierten Ansatz zurückgegriffen. Infolgedessen wird der Entwicklung in entscheidenden Schlüsselfragen wie etwa der Zusammenstellung der Projektteams, der Rollenverteilung und der Verteilung der Kompetenzen sowie der Ressourcenzuteilung nicht selten das höchste Gewicht beigemessen, was sich wiederum negativ auf die User Experience auswirkt (Kaur 1997).

Gleichzeitig herrscht bei Entwicklern von Augmented und Virtual Reality-Anwendungen ein akuter Mangel an Verständnis von User Centred Design Methoden, was schon 1997 in einer Studie von Kaur (Kaur 1997) untersucht wurde. Dieser führte Interviews mit 20 VE-Entwicklern durch. Das Ergebnis seiner Studie zeigt, dass sich VE-Entwickler vor allem technischen Schwierigkeiten widmen. Diese Aussage sehen wir als Mitarbeitende des derzeit einzigen zertifizierten Microsoft HoloLens Partners im deutschsprachigen Raum insofern bestätigt,

dass diese Arbeits- und Sichtweise der Virtual Environment Entwickler auch 20 Jahre später noch sehr häufig in den Projekten anzutreffen ist.

Besonders deutlich und beispielhaft traten die Auswirkungen solcher Umstände in unserer Untersuchung im Projekt “Steuerung Industriemaschinen” zu Tage. Dieses beschäftigte initial ein Entwicklungsteam, welches ausschliesslich mit Entwicklern ohne jeglichen Bezug zu Usability und den damit verbundenen Aktivitäten zusammengesetzt war. Interessanterweise lag der Fokus hier lange Zeit einzig auf der technischen Machbarkeit, ohne Berücksichtigung der User Experience und dem Einbezug von Usability-Aktivitäten, obschon das Projekt seit Anbeginn als Showcase für eine Fachmesse angedacht war. Erst als nach Fertigstellung einer ersten, rein entwicklungsgetriebenen Version des Produktes klar wurde, dass dieses aufgrund der miserablen Bedienbarkeit und der insgesamt unbefriedigenden User Experience so nicht einem breiteren Publikum gezeigt werden kann, wurden Usability-Fachleute ins Projekt geholt und entsprechende Aktivitäten durchgeführt.

Damit sich derlei Dinge künftig ändern und der User auch bei der Erstellung von AR- und VR-Anwendungen vermehrt ins Zentrum der Entwicklung rückt, sind die Design-Disziplinen gefordert, die entsprechenden Grundlagen zu schaffen. Dies bedeutet unter anderem, entsprechende Experten mit in die Planung der Projekte miteinzubeziehen sowie die Produktion brauchbarer Werkzeuge wie etwa Prototyping-Tools, best practices, Pattern-Libraries und Heuristiken voranzutreiben. So können zukünftig auch AR- und VR-Applikationen nutzerzentriert konzeptioniert, gestaltet und umgesetzt werden.

Glücklicherweise entsteht als Folge positiver Erfahrungen mit Usability-Experten und entsprechend erfolgreichen Outcomes in den Projekten auch die dazu nötige “Awareness” (Bewusstsein) bei wichtigen Entscheidungsträgern, wie folgendes Zitat eines von uns befragten Projektleiters zeigt:

«Der Fokus in zukünftigen Anwendungen sollte nicht mehr auf die technische Machbarkeit gelegt werden, sondern vielmehr auf das, was der Benutzer erleben soll»

Ausgehend von diesem Zitat wollen wir folgende Empfehlungen für das Aufsetzen und Durchführen von AR- und VR-Vorhaben aussprechen. Wir stützen uns dabei auf die von uns identifizierten Faktoren und deren übergeordneten Kategorien:

- Wir empfehlen, jegliche Projekte - unabhängig vom Zweck - mit einem nutzerzentrierten Entwicklungsansatz anzugehen, um ein zufriedenstellendes, effektives sowie effizientes Produkt herzustellen. (*Entwicklungsansatz: Einbezug der Benutzer*)
- Wir raten somit an, bereits bei der Planung eines AR- oder VR-Projektes einen erfahrenen Usability-Experten und die für seine Arbeit nötigen Ressourcen und finanziellen Mittel fix mit einzukalkulieren. Dieser kann die angemessenen Usability-Aktivitäten orchestrieren und deren Anwendung/Umsetzung sicherstellen. Wir haben festgestellt, dass das Endergebnis in denjenigen Projekten, in welchen erfahrene Usability-Experten von Beginn an beigezogen wurden, aufgrund der damit einhergehenden Nutzung einer breiten Palette an UCD-Methoden stets eine qualitativ hochstehende User Experience aufwies. (*Erfahrung Staff: Staffing, Rollenverteilung; Methodische Vielfalt und Flexibilität*)
- Nach Möglichkeit ist der Disziplin “Usability Engineering” bereits bei der Offerterstellung eine grosse Wichtigkeit beizumessen. Dadurch erfährt sie im Idealfall sowohl im Projekt als auch in den beteiligten Unternehmen eine grössere Aufmerksamkeit und Akzeptanz. Konsequenterweise angewendet könnte dies unseres Erachtens gar dazu führen, dass Usability Engineering in AR- und VR-Projekten zu einer Selbstverständlichkeit wird. (*Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen: Usability-Akzeptanz im Unternehmen; Einstellung der Projektmitarbeitenden zu Usability*)
- Aufklärung darüber, was “Usability Engineering” bedeutet - nämlich ein Prozess, der systematisch den Benutzer in die Produktentwicklung mit einbezieht - kann wesentlich dazu beitragen, dass die Einstellung der Projektmitglieder gegenüber Usability realistisch und positiv ist. Missverständnisse über den Wirkungsradius von Usability Ingenieuren können dann entstehen, wenn das oft beobachtete mentale Modell der Projektmitarbeitenden folgendes besagt: “UX machts dann am Schluss noch schön!” (*Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen: Einstellung der Projektmitarbeitenden zu Usability*)

- Von Vorteil ist es zudem, wenn auch die einbezogenen Entwickler bereits einen reichen Erfahrungsschatz in der Entwicklung von AR- und/oder VR-Anwendungen mitbringen. Dies kann sich einerseits auf die Geschwindigkeit der Entwicklung auswirken und andererseits einen positiven Effekt auf die Qualität der ausgewählten Pattern haben. Beide Faktoren wiederum üben einen Einfluss auf die dritte Komponente des magischen Dreiecks (Project Management Institute 2004) aus - den Kosten des Projektes. Nicht zuletzt kann ein erfahrener Softwareentwickler routiniert und schnell ein von einem Usability Engineer entworfenes Element auf der Zielplattform umsetzen, welches zugleich mit diesem getestet und verifiziert werden kann. *(Erfahrung Staff: Skillsets der Projektmitarbeitenden; Geschwindigkeit der Umsetzung)*
- Hiervon ausgehend wollen wir dazu ermuntern, die Komposition des Teams interdisziplinär zu gestalten und die enge Zusammenarbeit innerhalb des Teams zu fördern. Durch eine enge Verzahnung der verschiedenen Disziplinen (z.B. Usability-Experte & Entwickler) können Synergien genutzt und Gestaltungslösungen iterativ innert kurzer Zeit designt sowie auf deren Usability überprüft werden. *(Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen: Interdisziplinarität des Teams)*
- Insbesondere können erfahrene Usability Engineers die konkrete Ausgestaltung der Benutzer-Evaluation aufgabenspezifisch sowie auf die Ziele des Endbenutzers fokussiert angehen, damit das effektive Endprodukt mit der Produktvision einer einfach zu benutzenden Applikation konvergiert. *(Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen: Vorgehen)*
- Dies impliziert natürlich, dass zur Evaluation - neben Selbsttests, sowie Hallway Tests - vor allem Benutzertests (z.B. Walkthroughs) mit Benutzern aus der Zielgruppe iterativ durchgeführt werden können. *(Entwicklungsansatz: Einbezug der Benutzer)*
- Im obgenannten Kontext wollen wir interessierte Anfänger und erfahrene Experten gleichermaßen dazu ermutigen, bereits in den ersten Projektphasen verschiedene Lösungen in Form von Skizzen, Storyboards, Papierprototypen usw. zu erstellen und zu versuchen, diese altbewährten Methoden auf neue Technologien zu transferieren und entsprechend anzupassen. Der Anreiz, solche Methoden anzuwenden, kann beispielsweise darin bestehen, Abläufe und Strukturen bereits vor der Implementierung (d.h. ohne Code) auf ihre Stimmigkeit zu überprüfen. *(Erfahrung Staff: Wissenstransfer auf neue Technologie)*
- Es versteht sich von selbst, dass "ohne Code" nicht alle Aspekte einer Gestaltungslösung hinsichtlich ihrer Usability beurteilt werden können. Das Verhalten der Bedienelemente, sowie die effektive Präsentation (Mandel 1997: 9) des Designs im dreidimensionalen Raum lassen sich ohne Zweifel erst dann überprüfen/erleben, wenn diese auf der Zielplattform (d.h. "mit Code") realisiert wurden. *(Erfahrungswissen Technologie: Art der Prototypen)*

Der fachkundige und mit den in dieser Arbeit behandelten Themenbereichen vertraute Leser mag die hier beschriebenen Erkenntnisse und Empfehlungen nicht für neu halten. Aber wie das nachfolgende Zitat eines wichtigen Entscheidungsträgers aus einem der von uns untersuchten Projekte zeigt, ist es offensichtlich gerade in diesem Bereich nach wie vor mehr als nur nötig, die Wichtigkeit eines nutzerzentrierten Ansatzes sowie des Beizugs eines erfahrenen Usability Experten aufs Neue zu betonen und herauszustreichen:

«Ein UX-Experte wurde ursprünglich aber explizit nicht mit ins Projekt eingebunden, weil diesbezüglich auf Seiten der Entwickler schon Vorerfahrung aus der Zusammenarbeit mit Usability-Experten in früheren Projekten bestand»

In starkem Kontrast dazu steht die Aussage eines der von uns zu den Projekten befragten Usability-Ingenieure, welcher im Verlaufe seiner bisherigen Karriere massgeblich an der Entwicklung zahlreicher technischer Systeme unterschiedlichster Art mit qualitativ hochstehender User Experience beteiligt war:

«Der durch die Neuheit der Technologie bedingte Mangel an Erfahrung in Bezug auf die Beurteilung der Usability von Gestaltungslösungen kann mit den entsprechenden Methoden in den Händen eines versierten Experten überwunden werden.»

Die Gegenüberstellung dieser Statements verdeutlicht exemplarisch, wie sehr die fachlichen Anforderungen an die Usability-Experten und deren Beitrag an den Produkterfolg mitunter auch von wichtigen

Entscheidungsträgern nach wie vor unterschätzt werden. Mit dieser Arbeit liegt nun ein weiterer Beitrag dazu vor, dass sich dies in Zukunft ändert.

4.3 Limitationen

In den nachfolgenden Zeilen soll kurz auf den Geltungsbereich der im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse eingegangen werden.

Bei der Betrachtung unserer Ergebnisse muss als erstes berücksichtigt werden, dass es sich bei sämtlichen von uns untersuchten Vorhaben um Pilotprojekte handelt, welche nicht zum Ziel hatten, ein produktiv anwendbares und am Markt kommerziell verwertbares Endprodukt zu entwickeln. Vielmehr ging es darum, im Sinne von Konzept- und Machbarkeitsstudien aufgabenbezogene Lösungsmöglichkeiten in der erweiterten und virtuellen Realität zu explorieren, diese mit herkömmlichen Ansätzen zu vergleichen und technische Anforderungen abzuklären. Die jeweils an der Entwicklung beteiligten Projektteams waren demzufolge vergleichsweise klein, die zur Entwicklung zur Verfügung stehenden zeitlichen, personellen und finanziellen Ressourcen entsprechend beschränkt. Es ist anzunehmen, dass sich bei Vorhaben, welche in einem grösseren Umfang über diese Mittel verfügen können, andere Ergebnisse offenbaren würden. Hinweise hierfür ergeben sich aus den Ergebnissen des “Reparatur-Wartungsassistent” Projektes, welches im Vergleich zu den anderen Projekten über die grössten Ressourcen verfügte. Insofern bleibt die Aussagekraft unserer Erkenntnisse auf zu den von uns untersuchten Vorhaben ähnlich aufgestellte Projekte mit vergleichbaren Zielsetzungen begrenzt.

Ein weiterer Punkt betrifft den mit der Umsetzung der Vorhaben betrauten Auftragnehmer. Es handelte sich dabei mit einer Ausnahme stets um ein- und dieselbe Firma. Obschon wir bei der Durchsicht der Ergebnisse besagter Ausnahme auf ähnliche Schlüsse wie in den übrigen Projekten kamen, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschliessend beantworten, ob und wenn ja in welcher Art und Weise sich dies auf unsere Ergebnisse ausgewirkt hat. Hierzu wären zusätzliche Vergleiche mit weiteren externen Vorhaben notwendig, um einen umfassenderen Datensatz als Entscheidungsgrundlage zu haben.

Zuletzt ist festzuhalten, dass wir in unserer Arbeit keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es mag noch viele weitere Einflussfaktoren und Aspekte geben, welche wir im Rahmen unserer Untersuchung nicht zu erfassen vermochten. Als Beispiel sei hier ein weiterer denkbarer Faktor genannt, den wir aber in den von uns untersuchten Projekten so nicht finden konnten bzw. welcher aus den Aussagen der Interviewten nicht hervorging. Vielmehr ergab sich dieser aus zahlreichen Diskussionen während der Erarbeitung unserer Ergebnisse:

“Komplexität des gestalterischen Problems” – Je schwieriger ein Problem für einen Problemlöser (~relative Komplexität, Inkongruenz) zu lösen ist, desto mehr Iterationen und Prototyping sind für dessen Lösung notwendig.

An dieser Stelle wird nicht weiter auf diesen Faktor eingegangen. Wie auch immer, insgesamt sind als Konsequenz der eben beschriebenen Einschränkungen offensichtlich weitere Arbeiten nötig, in welchen die entsprechenden Punkte adressiert werden. Mögliche Untersuchungen hierzu werden unter anderem im nächsten Kapitel behandelt.

5. Ausblick

In diesem Kapitel sollen mögliche weiterführende Untersuchungen angeschnitten werden, welche ausgehend von dieser Arbeit durchgeführt werden könnten. Anknüpfend an die von uns festgestellten Einschränkungen bezüglich der Aussagekraft unserer Ergebnisse, wollen wir nachfolgend einige Überlegungen anstellen, wie der von uns erhobene Datensatz möglichst gewinnbringend erweitert und ergänzt werden kann.

Eine Möglichkeit unsere Studie weiterzuführen wäre, dieselben und/oder ähnliche Projekte mit quantitativen Methoden eingehender zu untersuchen. Beispielsweise könnte erhoben werden, wie sich die Anzahl gefundener Usability-Probleme in Abhängigkeit der jeweiligen Design- und Evaluations-Methoden ändert (d.h. auf der Zielplattform implementierte Lösungsansätze vs. Methoden ohne Code). Für diese Untersuchung würden wir beispielsweise in quantitativen Umfragen Daten erheben, welche statistisch sinnvoll verwertet werden können. Je nach Dokumentenlage und Vollständigkeit würde auch eine detaillierte Analyse der Projektdokumentation Sinn machen, etwa um allfällige Anpassungen im Zuge des Projektverlaufs nachzuvollziehen und genauer zu verstehen.

Eine weitere Alternative wäre, zwei fiktive Projekte mit ähnlichem Umfang unter künstlichen Bedingungen zu analysieren. Dabei würde das eine Projekt nach den von uns vorgegebenen Empfehlungen aufgesetzt. Dieses würde zum Beispiel mit einem interdisziplinären Team bestückt und einem nutzerzentrierten Entwicklungsansatz folgen. Demgegenüber würden wir das zweite Projekt rein technisch getrieben und ganz ohne User Centred Design Regeln, sowie mit einem unerfahrenen Usability Engineer laufen lassen. Das Ziel davon wäre es, die beiden Projekte bezüglich der durchgeführten Usability-Aktivitäten sowie der Gebrauchstauglichkeit der aus ihnen hervorgehenden Produkte zu vergleichen. Dabei wäre entsprechend zu erwarten, dass im ersten Vorhaben Usability-Probleme bereits sehr früh und mit verschiedenen Methoden “ohne Code” erfasst werden können, wohingegen im zweiten Projekt mehrheitlich mit direkt auf der Zielplattform implementierten Lösungsansätzen gearbeitet wird und sich Probleme mit der Gebrauchstauglichkeit erst relativ spät erkennen lassen. Dieses Experiment könnte durch die Faktoren Budget und Zeit noch interessanter gestaltet werden, indem diesen beiden Projekten eine längere Zeitspanne sowie genügend finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt würden. D.h. die Projekte könnten in diesem Sinne aus dem Vollen schöpfen.

Bezugnehmend auf das von uns im Rahmen der Besprechung der Resultate als “Ausnahmeprojekt” bezeichnete AR-Vorhaben “Reparatur-Wartungsassistent” könnte im Zuge einer weiterführenden Erhebung ein entsprechendes VR-Entwicklungsvorhaben ähnlicher Dimension näher beleuchtet werden. Dabei ist vor allem interessant, ob die Usability-Experten so wie im RA-Projekt versuchen würden, Abläufe und allgemeine Strukturen mit alternativen Methoden (d.h. “ohne Code”) bereits vor dem Start der Implementierung mit Benutzern zu evaluieren. Die spannende Frage dabei ist, ob das Ergebnis ähnlich dem Resultat des RA-Vorhabens ausfallen würde, oder ob die technischen Unterschiede zwischen erweiterter und virtueller Realität dazu führen, dass bei Letzterer die Bewertung von nicht auf der Zielplattform umgesetzten Gestaltungslösungen gar nicht möglich ist..

Zum Abschluss könnte eine klassische Literaturrecherche durchgeführt werden, um bspw. zu untersuchen, welche Prototyping Tools bereits in Verwendung sind und welche davon sich in der Praxis bewährt haben.

7. Literaturverzeichnis

- Adams, Ernest. 2013. *Fundamentals of Game Design*. Pearson Education.
https://books.google.ch/books/about/Fundamentals_of_Game_Design.html?id=Lm1jAgAAQBAJ&redir_esc=y.
- Apple Inc. 2017. "ARKit - Apple Developer." October 10. <https://developer.apple.com/arkit/>.
- Billinghurst, Mark. 2016. "Rapid Prototyping For Augmented Reality." In .
<https://de.slideshare.net/marknb00/rapid-prototyping-for-augmented-reality>.
- Bowman, Doug A, Joseph L Gabbard, and Deborah Hix. n.d. "A Survey of Usability Evaluation in Virtual Environments: Classification and Comparison of Methods." MIT Press Cambridge, MA , USA.
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=638102&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=&CFTOKEN=>.
- Conkar, T., J. M Noyes, and C. Kimble. 1999. "CLIMATE: A Framework for Developing Holistic Requirements Analysis in Virtual Environments." *Interacting with Computers* 11 (4). Oxford University Press: 387–402.
doi:10.1016/S0953-5438(98)00058-7.
- Courage, Catherine, and Kathy Baxter. 2005. *Understanding Your Users: A Practical Guide to User Requirements Methods, Tools, and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1951562&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=&CFTOKEN=>.
- DIN. 2010. "ISO 9241-210."
<https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/naerg/normen/wdc-beuth:din21:127800493>.
- DIN. 2016. "DIN EN ISO 9241-11."
<https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/naerg/entwuerfe/wdc-beuth:din21:263881854>.
- Dünser, Andreas, and Mark Billinghurst. 2011. "Evaluating Augmented Reality Systems." In , 289–307. Springer, New York, NY. doi:10.1007/978-1-4614-0064-6_13.
- Gabbard, Joseph L. 1997. "A Taxonomy of Usability Characteristics in Virtual Environments," December.
<http://theses.lib.vt.edu/theses/available/etd-111697-121737/>.
- Google Inc. 2017. "ARCore - Google Developer." October 10. <https://developers.google.com/ar/>.
- Google Inc.. 2018a. "Google Formulare." January 23. <https://docs.google.com/forms/u/0/>.
- HTC Corporation. 2017. "HTC Vive." October 26. <https://www.vive.com/de/>.
- JOHNSON, Timothy P; HOUGLAND, James G; CLAYTON, Richard R., Obtaining Reports of Sensitive Behavior: A Comparison of Substance-Use Reports from Telephone and Face-to-Face Interviews, *Social Science Quarterly*; Austin, Tex. Vol. 70, Iss. 1, (Mar 1, 1989): Seite 174
- Kaur, Kulwinder. 1997. "Designing Virtual Environments for Usability." In *Human-Computer Interaction INTERACT '97*, 636–39. Springer US. doi:10.1007/978-0-387-35175-9_112.
- Kharpal Arjun. 2017. "Google: Augmented Reality Will Be on 'Hundreds of Millions' of Android Devices." November 7.
<https://www.cnbc.com/2017/11/07/google-augmented-reality-will-be-on-hundreds-of-millions-of-android-devices.html>.
- Kostaras, Nektarios, and Michalis N. Xenos. 2009. "Assessing the Usability of Augmented Reality Systems." In *PCI*, 197–201.
- LaViola, Josef J. JR, Ernst Kruijff, Ryan P McMahan, Doug A Bowman, and Ivan Poupyrev. 2017. *3D User Interfaces: Theory and Practice, 2nd Edition*. Addison-Wesley. 2nd ed.
<https://www.pearson.com/us/higher-education/program/La-Viola-3-D-User-Interfaces-Theory-and-Practice-2nd-Edition/PGM101825.html>.

- Mandel, Theo. 1997. *The Elements of User Interface Design*. John Wiley & Sons, Inc.
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=248727>.
- Martens, Dana. 2016. "Virtually Usable: A Review of Virtual Reality Usability."
https://scholar.google.ch/scholar?as_ylo=2016&q=Virtually+Usable:+A+Review+of+Virtual+Reality+Usability+Evaluation+Methods++2016&hl=de&as_sdt=0,5&as_vis=1.
- Martin, Bella, and Bruce Hanington. 2013. *Designmethoden - 100 Recherchemethoden Und Analysetechniken Für Erfolgreiche Gestaltung*. Stiebner Verlag.
<https://www.stiebner.com/grafik-design/designmethoden-100-recherchemethoden-und-analysetechniken-fuer-erfolgreiche-gestaltung.html>.
- Martinez, Hector, and Payel Bandyopadhyay. 2014. "Analysis of Four Usability Evaluation Methods Applied to Augmented Reality Applications." June 4. <https://elisa.dyndns-web.com/>.
- Mayring, Philipp. 2016. *Einführung in Die Qualitative Sozialforschung*. Beltz Verlag.
https://www.beltz.de/fachmedien/psychologie/buecher/produkt_produktdetails/27543-einfuehrung_in_die_qualitative_sozialforschung.html.
- McCurdy, Michael, Christopher Connors, Guy Pyrzak, Bob Kanefski, and Alonso Vera. 2006. "Breaking the Fidelity Barrier: An Examination of Our Current Characterization of Prototypes and an Example of a Mixed-Fidelity Success." April 22. <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=1124772.1124959>.
- Microsoft Corporation. n.d. "Usability in the Development Process."
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms997575.aspx>.
- Microsoft Corporation. 2017. "Microsoft HoloLens." October 26. <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>.
- Milgram, Paul, and Fumio Kishino. n.d. "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays." *IEICE Transactions on Information Systems* E77–D (12). http://vered.rose.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html.
- National Instruments. 2018. "LabVIEW." January 25. <http://www.ni.com/de-ch/shop/labview/select-edition.html>.
- Nielsen, Jakob. 1995. "10 Heuristics for User Interface Design." January 1.
<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.
- Pöschl Fabian. 2017. "BFS-Erhebung - Hohe Gerätedichte in Schweizer Haushalten." October 10.
<http://www.netzwoche.ch/stories/2017-04-21/hohe-geraetedichte-in-schweizer-haushalten>.
- Preim, Bernhard, and Raimund Dachzelt. 2015. *Interaktive Systeme - Band 2: User Interface Engineering*. Springer Vieweg. 2nd ed. <http://www.springer.com/de/book/9783642452468>.
- Project Management Institute. 2004. *A Guide to the Projekt Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Project Management Institute.
<https://www.pmi.org/learning/library/pmbok-guide-third-edition-overview-changes-8287>.
- Samsung Inc. 2018. "Gear VR with Controller." January 25.
<http://www.samsung.com/ch/wearables/gear-vr-r325/>.
- Sielhorst, T., M. Feuerstein, and N. Navab. 2008. "Advanced Medical Displays: A Literature Review of Augmented Reality." *Journal of Display Technology* 4 (4): 451–67. doi:10.1109/JDT.2008.2001575.
- Stanley, M. Kay, and S. Kelly Hale. 2017. *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications, Second Edition*. Taylor & Francis Group.
<https://www.crcpress.com/Handbook-of-Virtual-Environments-Design-Implementation-and-Applications/Hale-Stanley/p/book/9781138074637>.
- SuperData Inc. 2018. "SuperData Research." January 25. <https://www.superdataresearch.com/>.
- Sutcliffe, Alistair, and Brian Gault. 2004. "Heuristic Evaluation of Virtual Reality Applications." *Interacting with Computers* 16 (4). Oxford University Press: 831–49. doi:10.1016/j.intcom.2004.05.001.
- Todd Zaki Warfel. 2009. *Prototyping - Rosenfeld Media*. Rosenfeld Media.
<http://rosenfeldmedia.com/books/prototyping/>.

- Trello Inc. 2018. "Trello Boards." January 25. <https://trello.com/>.
- Uhr, Marcel. 2016. "2016 Skript Prototyping Teil 1, MAS HCID, HSR Hochschule Für Technik Rapperswil."
- Universität Augsburg. 2002. "Baustein III: Auswertungsmethoden."
<http://qsf.e-learning.imb-uni-augsburg.de/book/export/html/529>.
- vrnerds. 2018. "6,3 Millionen Virtual Reality Headsets 2016 Verkauft." January 25.
<https://www.vrnerds.de/2016-wurden-6,3-millionen-virtual-reality-headsets-verkauft/>.
- Walter, Steffen. 2017. "Erfahrungsbericht: Rapid UX Prototyping Für Microsoft HoloLens."
<https://www.zuehlke.com/blog/rapid-ux-prototyping-microsoft-hololens/>.
- Wikipedia. 2018a. "HTC Vive." January 7. https://de.wikipedia.org/wiki/HTC_Vive.
- Wikipedia. 2018b. "Organische Leuchtdiode." January 7. https://de.wikipedia.org/wiki/Organische_Leuchtdiode.
- Wikipedia. 2018c. "Prototyping (Softwareentwicklung)." January 25.
[https://de.wikipedia.org/wiki/Prototyping_\(Softwareentwicklung\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Prototyping_(Softwareentwicklung)).
- ZEIT ONLINE, dpa. 2017. "Quartalszahlen: Apple Übertrifft Mit iPhone 7 Die Erwartungen." February 1.
<http://www.zeit.de/wirtschaft/2017-01/quartalszahlen-apple-verkauf-iphone-wachstum>.
- Zühlke Group. 2017. "HoloLens: Zühlke Erster Zertifizierter Microsoft-Entwicklungspartner in Deutschland, Österreich Und Der Schweiz." March 13.
<https://www.zuehlke.com/ch/de/ueber-uns/presse/news/zuehlke-hololens-microsoft-partner-deutschland-oestereich-schweiz/>.

8. Glossar

AR	Augmented Reality - englisch für erweiterte Realität
ARCore	SDK von Google Inc., siehe SDK
ARKit	SDK von Apple Inc., siehe SDK
Constraints	Technische und projektbezogene Hindernisse und Einschränkungen. z.B. Grösse und Gewicht des HMDs, Zeitdruck, Ressourcenknappheit usw.
DE	Deutsch
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EN	Englisch
GUI	Graphic user interface - englisch für grafische Benutzerschnittstelle
Hi-Fi	High-Fidelity - englisch für hohe Genauigkeit
HMD	Head-mounted Display - englisch für auf den Kopf getragenes Display-Ausgabegerät
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light emitting diode - englisch für Leuchtdiode
Lo-Fi	Low-Fidelity - englisch für niedrige Genauigkeit
OLED	Organic light emitting diode - englisch für organische Leuchtdiode
PO	Product owner - englisch für Produktverantwortlicher
POC	Proof of concept - englisch für Konzeptstudie
Prototyping Tool	Werkzeug (z.B. Software) für das Prototypisieren eines zu entwickelnden Produktes
RA	Reparatur-Wartungsassistent
SA	Sortieranlage
SDK	Software Development Kit - englisch für eine Sammlungen von Programmierwerkzeugen und Programmierbibliotheken für die Entwicklung von Augmented Reality Applikationen
Showcase	Entwickeltes Produkt oder Teilprodukt, welches für Präsentationszwecke verwendet wird
SI	Steuerung Industriemaschine
Staffing	Personaleinsatzplanung ist ein Prozess, indem das Projektteam mit den notwendigen Disziplinen bzw. Rollen (Entwickler, Projektleiter, Interaction Designer usw.) zusammengesetzt wird.
TS	Trainingssimulator
UCD	User Centred Design, Benutzerzentrierter Entwicklungsansatz
UCD-Cycle	Iterativer UCD-Prozess

UI	User Interface - englisch für Benutzerschnittstelle
UX	User Experience - englisch für Nutzer-Erlebnis
VE	Virtual environment - englisch für virtuelle Umgebung
VI	Virtuelles Einkaufserlebnis
VR	Virtual Reality - englisch für virtuelle Realität

9. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des Reality Virtuality Continuums (Milgram and Kishino, n.d.)
- Abbildung 2: Vereinfachte Darstellung von digitalen Inhalten in AR und VR (eigene Darstellung)
- Abbildung 3: Phasen der Entwicklung einer Applikation (eigene Darstellung)
- Abbildung 4: Ausarbeitung und Interaktivität von Prototypen angelehnt an eine Grafik aus dem Skript Prototyping von Marcel Uhr aus Vorlesungsunterlagen “Prototyping” an der HSR Rapperswil, 2016 (Uhr 2016)
- Abbildung 5: Visuelle Ausarbeitung und Interaktivität von Prototypen im Verlaufe eines Produktentwicklungsprozesses von der Vision zum fertigen Produkt (eigene Darstellung)
- Abbildung 5: Interviewleitfaden in Google Forms (Google Inc 2018)
- Abbildung 6: Ausschnitt Affinity Diagram von Steuerung von Industriemaschinen
- Abbildung 7: Ausschnitt des erweiterten-Diagramms
- Abbildung 8: Temporäre Spalten im Trello
- Abbildung 9: Faktorkategorie im Trello durch Labels
- Abbildung 10: Schematische Hierarchie
- Abbildung 11: Auswertungsschema in Trello
- Abbildung 12: Trello Karte
- Abbildung 13: Faktorkategorien als farbcodierte Labels
- Abbildung 14: Skizze eines Usability Engineers im Projekt “Reparatur-Wartungsassistent”
- Abbildung 15: Skizze eines Entwicklers im Projekt “Reparatur-Wartungsassistent”
- Abbildung 16: Skizze des Projektleiters im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”
- Abbildung 17: Skizze eines Entwicklers im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”
- Abbildung 18: Skizze des Usability Engineers. Durchgeführte Usability-Aktivitäten und Beispiele entdeckter Usability-Probleme im Projekt “Steuerung Industriemaschinen
- Abbildung 19: Skizze des Product owners / Projektleiters im Projekt “Sortierungsanlage”
- Abbildung 20: Skizze des Psychologiestudenten im Projekt “Sortierungsanlage”

- Abbildung 21: Die Skizze des Projektleiters / Product owners zeigt in einer Kurve auf wie gemäss seiner Vorstellung vor allem zu Beginn der Implementierungsphase vermehrt Usability-Probleme im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” auftraten
- Abbildung 22: Die wichtigsten Ecksteine und Meilensteine im Projektverlauf. Der schraffierte Abschnitt indiziert in Relation zum Entwicklungsstand den Zeitpunkt, zu dem vermehrt Usability-Probleme im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” erkannt wurden
- Abbildung 23: Skizze des Interaction Designers mit Fachkompetenz als Entwickler. Hervorgehoben sind die zu bewältigenden Herausforderungen in Bezug auf die Usability (“UX Challenges”) sowie die wichtigsten Eckpunkte im Verlauf des Projektes “Virtuelles Einkaufserlebnis”

10. Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Gerät 1 - Microsoft HoloLens (Microsoft 2017b)
- Tabelle 2: Gerät 2 - HTC Vive (HTC Corporation 2017)
- Tabelle 3: Nicht abschliessendes Beispiel von möglichen Aktivitäten pro Phase im nutzerzentrierten Prozess nach ISO 9214-210
- Tabelle 4: Staffing im Projekt “Reparatur-Wartungsassistent”
- Tabelle 5: Entwicklungsansatz im Projekt “Reparatur-Wartungsassistent”
- Tabelle 6: Usability-Aktivitäten pro Phase im Projekt “Reparatur-Wartungsassistent” (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)
- Tabelle 7: Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung (siehe Abschnitt 11.9)
- Tabelle 8: Staffing im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”
- Tabelle 9: Entwicklungsansatz im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”
- Tabelle 10: Usability-Aktivitäten pro Phase im Projekt “Steuerung Industriemaschinen” (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)
- Tabelle 11: Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung im Projekt “Steuerung Industriemaschinen”
- Tabelle 12: Staffing im Projekt “Sortierungsanlage”
- Tabelle 13: Entwicklungsansatz im Projekt “Sortierungsanlage”
- Tabelle 14: Analyse-, Design- und Evaluationsaktivitäten pro Phase im Projekt “Sortierungsanlage” (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)

Tabelle 15:	Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung im Projekt “Sortierungsanlage”
Tabelle 16:	Staffing im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis”
Tabelle 17:	Entwicklungsansatz im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis”
Tabelle 18:	Analyse-, Design- und Evaluationsaktivitäten pro Phase im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” (Lila: Prototyp mit Code, Grün: Prototyp ohne Code)
Tabelle 19:	Einflussfaktoren auf die Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung im Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis”
Tabelle 20:	Staffing im Projekt “Trainingssimulator”
Tabelle 21:	Entwicklungsansatz im Projekt “Trainingssimulator”
Tabelle 22:	Analyse-, Design- und Evaluationsaktivitäten pro Phase im Projekt “Trainingssimulator” (Lila: Prototyp mit Code)
Tabelle 23:	Projektübergreifende Übersicht sämtlicher von uns identifizierten Faktoren und deren übergeordneten Kategorien

11. Anhang

11.1 Projektplan

Projektplan		KW 18	KW 19	KW 20	KW 21	KW 22	KW 23	KW 24	KW 25	KW 26	KW 27	KW 28	KW 29	KW 30	KW 31	KW 32	KW 33	KW 34	KW 35	KW 36	KW 37	KW 38	KW 39	KW 40	KW 41	KW 42	KW 43	KW 44	KW 45	KW 46	KW 47	KW 48	KW 49	KW 50	KW 51	KW 52	KW 1	KW 2	KW 3	KW 4	KW 5	KW 6	KW 7	KW 8			
		01.05				01.06				01.07					01.08				01.09					01.10					01.11				01.12					01.01					01.02				
Absenheit Stefan				UX Camp																																											
Absenheit Marika				UX Camp																																											
Absenheit Cyril				UX Camp																																											
HSR Termine																																															
Projektplanung																																															
Ausgabe Themenbeschreibung																																															
#0 Kickoff mit Coach																																															
Scope definieren																																															
Risikoliste erstellen																																															
Projektplan ausarbeiten																																															
#1 Coaching Termin																																															
Daten erheben Welle 1 (Projektteams)																																															
Interviews vorbereiten																																															
Leitfaden testen																																															
Interviews durchführen																																															
#2 Coaching Termin																																															
Datenverarbeitung																																															
Auswertung Daten																																															
#3 Coaching Termin																																															
Interpretation Daten																																															
#4 Coaching Termin																																															
Projektschluss																																															
Bericht schreiben																																															
#5+ Coaching Termine																																															
MS: 31.01.2018 Abgabe der Arbeit (PDF an HSR möglich)																																															
Präsentation vorbereiten																																															
09.02.2018 Präsentation																																															
xx.02.2018 mündliche Prüfung																																															
26.03.2018 Mitteilung der Bewertung durch Bereuer																																															
20.04.2018 Diplomfeier																																															

11.2 Risikoanalyse

Risikoanalyse

Risikobeschreibung			Risikobewertung			Reaktion auf ein identifiziertes Risiko		Verantwortlich	Bemerkungen / bis wann
ID	Risikobezeichnung	Risikobeschreibung	Schaden	Auswirkung	Eintrittswahrscheinlichkeit	Risiko	Massnahmen		
R-000	Kurzform	Beispiel, weitergehende Erläuterungen	Beschreibung der möglichen Auswirkungen bzw. Schaden	A klein = 1 mittel = 3 gross = 6	E klein = 1 mittel = 3 gross = 6	A x E Risiko quantifiziert => Priorität	Im Projektplan Weitere		
R-001	Hypothese existiert bereits	Unsere Hypothese wurde bereits in einer Studie erhoben	Die Arbeit ist hinfällig	3	3	9	- Frühzeitige Recherche - Weitere Thesis überlegen	Team	Ende Juni
R-002	Zu wenig Zeit	Das Zeitfenster der Masterarbeit genügt nicht	Die Arbeit kann nicht rechtzeitig abgeschlossen werden.	1	3	3	Realistische Zeitplanung, enge Zyklen definieren und Raum für gemeinsame Working-Sessions einplanen.	Team	Ende Juni
R-003	Geheimhaltung zu streng	Eine strenge Geheimhaltung erlaubt es nicht Details für die Arbeit zu nutzen	Geheimhaltung in den Projekten blockiert unsere Arbeit	3	1	3	n/a	Team	Januar 18
R-004	Projektteam als Ersatzarbeitskraft	Zu viele Stakeholder sind in unsere Masterarbeit involviert und nehmen darauf Einfluss	Wir erhalten zu viel Aufmerksamkeit und können uns nicht auf die Arbeit konzentrieren.	3	1	3	n/a	Team	laufend
R-005	Unproduktives Projektteam	Die Projektmitglieder wissen nicht wer wofür verantwortlich ist und vertrauen darauf, dass ein anderer die Aufgabe übernimmt.	Die Arbeit wird nicht oder zu spät angegangen. Die Stimmung im Team wird schlecht.	6	3	18	Einplanen von regelmässigen Team-Meetings um Aufgaben und Termine zu besprechen.	Team	laufend
R-006	Masterthesis entspricht nicht Reglement	Thesis entspricht nicht den Anforderungen an die Masterarbeit gemäss dem Reglement	Die Masterthesis kann nicht erfolgreich abgeschlossen werden.	6	1	6	Arbeit nach Reglement erarbeiten - Reglement als Checkliste zur Hilfe nehmen	Team	laufend
R-007	Keine Interviewpartner	Erhebungen können nicht durchgeführt werden aufgrund Geheimhaltung	Wir erhalten keine bis ungenügende Daten	6	1	6	Wir holen uns das Einverständnis der jeweiligen Projektleiter und garantieren eine anonyme Handhabung bereits zu Beginn der Masterarbeit	Team	laufend
R-008	Zugang zu Interviewpartnern oder Auftraggebern	Interviewpartner oder Auftraggeber lassen sich nicht finden, haben keine Zeit oder sagen im letzten Moment ab und / oder Zuhilke möchte nicht dass wir mit dem Auftraggeber sprechen	Wir erhalten keine bis ungenügende Daten	6	3	18	Rekrutierung von Interviewpartnern und Auftraggebern früh einplanen	Team	Ende Juli
R-009	Fehlende Motivation	Motivation einzelner Teammitglieder sinkt	Eine fehlende oder ungenügende Arbeitskraft verlangsamt die Arbeit	3	3	9	- Lösungsorientierte Kommunikation im Team aufrechterhalten und Suche nach motivatoren - Aufgaben nach Stärken oder Interesse aufteilen	Team	laufend

11.3 Stakeholder-Liste

Übersicht Personen & Projekte

Stakeholderliste

	Name	Rolle im Projekt	Klassifikation*	Betroffen / Entscheider / Einflussnehmer	Ziele & Erwartungshaltung
	Mirjam Seckler	Coach	-	Einflussnehmerin	Aufgabenstellung und Masterarbeit soll die Kriterien des Reglements (HSR) erfüllen, Unterstützend
	Markus Stolze	Professor	2	Entscheider	Aufgabenstellung und Masterarbeit soll die Kriterien des Reglements (HSR) erfüllen
	Fredrik Gundelsweiler	Praxispartner	2	Entscheider / Einflussnehmer	Die Masterarbeit liefert nützliche Ergebnisse, Reusable Assets

* Klassifikation nach Alexander – 1) unmittelbar (Benutzer, Admin), 2) mittelbar (Vorgesetzte von Benutzer, Auftraggeber), 3) indirekte Beziehungen (Entwickler, Tester)

Projekte

1. Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
2. Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
3. Virtual Reality - Trainingssimulator
4. Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis
5. Microsoft HoloLens - Sortierungsanlage

Interviewpartner

	Experte	Datum	PROJ-Nr.	Projektname (extern)
P5	CAD, UX, DEV	28.07.2017	1 3	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent Virtual Reality - Trainingssimulator
P18	PL		1	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
P11	UX		1	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
P10	DEV		1	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
P9	UX	21.07.2017	1 2	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P2	PL	21.07.2017	2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P1	DEV	21.07.2017	2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P8	DEV		2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P7	PO		2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P6	PL		3 4	Virtual Reality - Trainingssimulator Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis
P4	DEV	26.07.2017	3 4	Virtual Reality - Trainingssimulator Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis
P3	DEV, UX	25.07.2017	3 4	Virtual Reality - Trainingssimulator Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis
P12	TL		5	Microsoft HoloLens - Sortierungsanlage
P13	PL		5	Microsoft HoloLens - Sortierungsanlage
P14	DEV		5	Microsoft HoloLens - Sortierungsanlage
P15	UX		5	Microsoft HoloLens - Sortierungsanlage
P16	PSYCHOL		5	Microsoft HoloLens - Sortierungsanlage
P17	PSY		?	Uni St. Gallen

11.4 Stundenaufwände

	Marika	Cyrill	Steffen
April	2	2	10
Mai	34	32	34
Juni	42	42	42
Juli	36	36	30
August	32	32	32
September	38	38	38
Oktober	24	32	24
November	24	24	15
Dezember	36	42	26
Januar	68	60	55
Total	336	340	306

11.5 Planung Interviewpartner

Übersicht Interviewpartner & Projekte					
Proband	Gefordert	Experte	Status	PROJ-Nr.	Projektname (extern)
P10	x	DEV	done	1	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
P11	x	UX	done	1	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
P5	x	CAD, UX, DEV	done	1	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
P9	n/a	UX	n/a	1	Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
P12	n/a	TL	n/a	5	Microsoft HoloLens - Sortieranlage
P13	x	PL	done	5	Microsoft HoloLens - Sortieranlage
P14	n/a	DEV	n/a	5	Microsoft HoloLens - Sortieranlage
P15	x	UX	done	5	Microsoft HoloLens - Sortieranlage
P16	x	PSYCHOL	done	5	Microsoft HoloLens - Sortieranlage
P1	x	DEV	done	2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P2	x	PL	done	2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P7	n/a	PO	n/a	2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P8	n/a	DEV	n/a	2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P9	x	UX	done	2	Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
P17	x	Expertin	done	n/a	Uni St. Gallen - Expertin XY Studien
P3	n/a	DEV	n/a	3	Virtual Reality - Trainingssimulator
P4	x	DEV	done	3	Virtual Reality - Trainingssimulator
P5	x	CAD, UX, DEV	nach Bedarf	3	Virtual Reality - Trainingssimulator
P6	x	PL	done	3	Virtual Reality - Trainingssimulator
P4	x	DEV	done	4	Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis
P3	x	DEV, UX	done	4	Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis
P6	x	PL	nach Bedarf	4	Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis

11.6 Interviewleitfaden

Interview-Leitfaden

Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich bereit erklärt haben, an diesem Interview teilzunehmen.

Wir sind Studierende des Studiengangs HCID (Human Centred Interaction Design), und führen dieses Interview im Rahmen unserer Masterarbeit durch.

Das Interview wird ca. 1 Stunde in Anspruch nehmen. Während dieser Stunde möchten wir gerne über Ihre Erfahrungen in AR/VR Projekten sprechen.

Das Ziel dieses Interviews ist es, herauszufinden inwieweit Usability bereits ein Thema in AR/VR Projekten ist, und wie UX Aktivitäten zukünftig in solchen Projekten integriert werden könnten.

Alles was Sie sagen bleibt vertraulich. Ihre Aussagen werden nicht transkribiert und an dritte weitergegeben.

Sie haben das Recht das Interview jederzeit ohne Begründung zu beenden.

Bitte unterbrechen Sie mich, wenn Sie Fragen haben.

Gerne würden wir das Interview aufzeichnen. Alle von uns gesammelten Daten dienen ausschliesslich für die Auswertung und bleiben selbstverständlich anonym. Ist das für Sie OK?

Einverständniserklärung

Um uns nach dem Interview besser an das Gesagte zu erinnern, werden wir die Testsitzung in Ton und Bild (Foto) dokumentieren.

Die Aufzeichnung wird nur für das Projektteam zugänglich sein. Die Aufzeichnung wird nicht veröffentlicht.

Ich bin damit einverstanden, dass Ausschnitte der Foto- und Tonaufnahmen für interne Zwecke verwendet werden. Die Aufnahmen werden nicht an dritte weitergegeben.

Ort, Datum: _____

Name (in Druckbuchstaben): _____

Unterschrift: _____

Fragen zur Person

1. Geschlecht

- ☐ weiblich ☐ männlich

2. Alter

- ☐ zwischen 20 und 30 ☐ zwischen 31 und 40
☐ zwischen 41 und 50

3. Ausbildung(en)

- ☐ Informatik / SW Ing.
☐ Interaction Designer
☐ Maschinenbau Ing.
☐ Elektrotechnik

Wann abgeschlossen _____

4. Berufsbezeichnung

- ☐ Projektleiter ☐ Requirements Engineer
☐ Softwareentwickler ☐ Usability Engineer
☐ Interaction Designer

5. Berufserfahrung mit UX _____

6. Bei wie vielen AR / VR Projekten haben Sie bereits mitgewirkt?

- ☐ < 3 ☐ > 3

7. Projekt

- ☐ Microsoft HoloLens - Reparatur-Wartungs-Assistent
☐ Microsoft HoloLens - Steuerung von Industriemaschinen
☐ Virtual Reality - Trainingsimulator
☐ Virtual Reality - Virtuelles Einkaufserlebnis

8. Welche Rolle hattest du in diesem Projekt? _____

Fragenkatalog

9. Welches Produkt wurde in dem Projekt entwickelt?

10. Warum hat man sich für diese Technologie entschieden? (Technologie Scope)

11. Wie seid ihr vorgegangen? (Ziel: Produktentwicklungsprozess (Scrum, Stage Gate, etc.))

12. Wie war das Projektteam zusammengestellt? (Anzahl, Disziplin)

13. Wie war die Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber gelöst?

14. Wer waren die Entscheidungsträger?

- a. Budget & Ressourcen
b. Lösungsvorschläge
c. Designs & Konzepte
d. User Testing

15. Erzähl uns etwas über die Ressourcen in diesem Projekt.

- a. Wie war der Zeitrahmen
b. Wie war das Budget?

16. Wo wurde der meiste Aufwand betrieben?

- a. Verstehen des Prozess / Analyse
b. Entwicklung der Lösung
c. Technische Umsetzung

17. Inwieweit ist Dir das Thema Usability bekannt? (User Centred Design Prozess, andere Aktivitäten)

18. Wie bekannt war das Thema Usability beim Kunden / Auftraggeber?

19. Inwieweit wurden Benutzer in die Entwicklung miteinbezogen?

20. Inwieweit war das Thema Usability im Fokus?

21. Wurde das Produkt bereits während der Entwicklung mit Benutzern getestet?

22. Wer hat die Testkonzepte entwickelt?

23. Wurde Prototyping gemacht?

a. Was wurde getestet (Technik, Usability, Schnittstellen etc.)

b. Wie (Usability Tests, Walkthrough, Expert Reviews etc...)

Heuristiken (Shneiderman, ISO, Nielson)

Welche Methoden?

Wie genau?

Wann?

Wie oft?

Von wem durchgeführt?

24. Gab es Schwierigkeiten beim Entwickeln eines Testkonzepts?

25. Aha-Erlebnisse / Usability - Zu welchen Zeitpunkten fanden in Bezug auf die Usability die grössten Erkenntnisse statt? (Evtl. Zeitstrahl malen und vom Interviewten mit Pfeilen einzeichnen lassen)

26. Wann konnten die Findings aus den Usability Tests in die Entwicklung zurückfliessen?

27. Wie konnten die Findings aus den Usability Tests in die Entwicklung zurückfliessen?

28. Wie könnte man den Engineers besser klar machen, dass UX Aktivitäten wichtig sind. Wie kann man Leute motivieren UX mit einzubeziehen o.ä.

29. Fragen an UXler

a. Beschreibe kurz die Zusammenarbeit mit den Entwicklern

b. Welche Heuristiken haben dir in deiner Arbeit geholfen?

Abschliessende Fragen

27. Erzähl uns doch noch, was aus deiner Sicht in diesem Projekt gut lief

28. ... was weniger gut gewesen ist?

29. Wie zufrieden schätzt Du ist der Auftraggeber mit eurem Resultat?

Abschluss

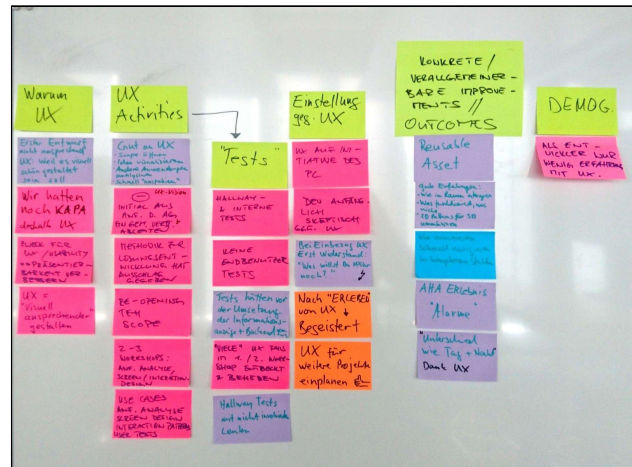
Vielen Dank für Ihre Zeit! Die Informationen sind für unsere Arbeit sehr hilfreich.

Dürfen wir Dich erneut kontaktieren, falls noch weitere Fragen auftauchen?

Incentive übergeben

11.7 Steuerung Industriemaschinen

11.7.1 Affinity Diagramm - Steuerung Industriemaschinen



11.7.2 Affinity-Diagramm - Labelling



11.7.3 Affinity Board (Trello) - Steuerung Industriemaschinen

Unter diesem Link kann das Affinity Board für das Projekt “Steuerung Industriemaschinen” aufgerufen werden:

<https://trello.com/b/KdFEWRz/affinity-board-steuerung-industriemaschinen>

Affinity board - Steuerung Industriemaschinen | MAS HCID Masterarbeit AR/VR | Free | Für Team sichtbar

Welche Faktoren beeinflussen direkt die Beurteilung der Usability

- Integratives Vorgehen
- Erster Porto direkt auf dem Gerät
- Technologie für User schwierig vorzustellen, deshalb funktionaler Prototyp
- UX kam zu spät dazu
- UX Experte abhängig von Entwickler um Ideen auf das Zieldevice zu bringen
- Gut an UX: Scope öffnen, Idee visualisieren, andere Anwendungen analysieren, schnell ausprobieren
- viele "UX Mails" im ersten und zweiten Workshop entdeckt und behoben
- Use Cases, Anforderungsanalyse, Screendesign, Interaction Patterns, User Tests
- 2x Hallway Test
- Test von UX und Dev entwickelt (Szenarien)
- Früher beginnen mit User Tests

Faktor beeinflusst indirekt die Beurteilung der Usability

- Agil / wöchentliche Meetings
- Paper Prototyping, Wizard-of-oz
- 3D schwierig für Prototyping mit Audio auf 2D zu übertragen
- Fehlendes Verständnis beim Kunden dass es schnell funktioniert aber noch nicht fertig ist
- Ruckeln der Daten
- Einfluss auf Design, technische Constrains
- Aufwände ca. 10 % für UX
- Entscheidungskompetenz Design & Konzepte bei UX
- Team: 2x Dev (Unity), 1x Dev LabView, 1x UX, 1x PL
- Kurze Kommunikationswege
- fertiges voll funktionsfähiges Produkt trifft auf UXler
- erst Angst um Kosten bei Einbezug von UX, nach Workshop wurden Kosten in der Prio zurückgestellt, weil sie gesehen haben was erreicht werden kann

Welche Faktoren sind auf fehlendes Erfahrungswissen bez. Technologie zurückzuführen

- Neue Technologie
- Fokus auf technischen Durchstich
- Fehlendes Fachwissen und Erfahrungen der Entwickler und Stakeholder

<https://trello.com/b/9AXSRjJw/auswertung-steuerung-industriemaschinen>

68

Beeinflussende Faktoren

Art der Prototypen

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Erfahrungswissen Technologie +

[Die Beschreibung bearbeiten...](#)

Checklist [Löschen...](#)

Fertiges voll funktionsfähiges Produkt trifft auf UXler
Technologie für User schwierig vorzustellen, deshalb funktionaler Prototyp

Hinzufügen

- Mitglieder
- Labels
- Checkliste
- Frist
- Anhang

Aktionen

- Verschieben

Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Heuristiken **Erfahrungswissen Technologie** +

[Die Beschreibung bearbeiten...](#)

Checklist [Löschen...](#)

Erster Proto direkt auf dem Gerät
3D schwierig zu Prototypen - Übertragen auf 2D
Reusable Assets / gute Erfahrungen: Wie im Raum interagieren
Audio Ebene mit berücksichtigen

Hinzufügen

- Mitglieder
- Labels
- Checkliste
- Frist
- Anhang

Aktionen

- Verschieben

Vorgehen

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen +

[Die Beschreibung bearbeiten...](#)

Checklist [Löschen...](#)

Agile, leichtgewichtige Methode
wöchentliche Meetings des Entwicklungsteams mit PO
Findings direkt als Tasks in weitere Entwicklung geflossen und abgearbeitet
Implementierung direkt gegen Anforderungsliste des PO
Findings aus Usability Tests in den Backlog integriert
Kanban Board
Freies Budget
Kurze Kommunikationswege
Fester Präsentationstermin
Fixe Meilensteine

Hinzufügen

- Mitglieder
- Labels
- Checkliste
- Frist
- Anhang

Aktionen

- Verschieben
- Kopieren
- Folgen
- Archiv

Staffing, Rollenverteilung

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen +

[Die Beschreibung bearbeiten...](#)

Checklist [Löschen...](#)

UX auf initiative des PL
Zweck für UX / Usability: Präsentierbarkeit verbessern
erst Angst um Kosten bei Einbezug von UX, nach Workshop wurden Kosten in der Prio zurückgestellt, weil sie gesehen haben was erreicht werden kann
UX kam zu spät dazu
UX, weil noch Kapazität vorhanden
Team: 2x Dev (Unity), 1x Dev LabView, 1x UX, 1x PL
Team in UX Aktivitäten integrieren
Tests von UX und DEV gemeinsam entwickelt (Szenarien)
DEVs aktiv in Hallway Tests mit einbezogen

Hinzufügen

- Mitglieder
- Labels
- Checkliste
- Frist
- Anhang

Aktionen

- Verschieben
- Kopieren
- Folgen
- Archiv

Kompetenzen / Verantwortlichkeiten

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen +

[Die Beschreibung bearbeiten...](#)

Checklist [Löschen...](#)

Entscheidungskompetenz Design & Konzepte bei UX
PO hat Lösungsvorschläge abgenickt

Hinzufügen

- Mitglieder
- Labels
- Checkliste
- Frist
- Anhang

Aktionen

- Verschieben
- Kopieren
- Folgen
- Archiv

Skillsets der Projektmitarbeitenden

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Erfahrung Staff +

[Die Beschreibung bearbeiten...](#)

Checklist [Löschen...](#)

Als Entwickler nur wenig Erfahrung mit UX
Fehlendes Fachwissen und Erfahrungen der Entwickler und Stakeholder in Bezug auf UX

Hinzufügen

- Mitglieder
- Labels
- Checkliste
- Frist
- Anhang

Aktionen

- Verschieben
- Kopieren
- Folgen
- Archiv

Methodische Vielfalt & Flexibilität

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Erfahrung Staff +

Die Beschreibung bearbeiten...

Hinzufügen

Mitglieder

Labels

Checkliste

Frist

Anhang

Aktionen

Verschieben

Kopieren

Folgen

Archiv

Freigabe und mehr...

Checklist

Löschen...

Viele UX Fails im ersten und zweiten Workshop entdeckt und behoben

2x Hallway Test durchgeführt mit projektexternen Mitarbeitern

Auswertung Hallway Test mit Hilfe der Matrix von Nielsen

Use Cases, Anforderungsanalyse, Screen Design, Interaction Patterns, User Tests

Prototyping

Paper Prototyping, Wizard-of-oz

zwei bis drei Workshops: Anforderungsanalyse, Screen/Interaktionsdesign

Umsetzung Findings nach Workshop und Hallway Tests

Initial aus Anforderungen des Auftraggebers ein gemeinsames Verständnis ableiten - UX Vision

Wissenstransfer auf neue Technologie

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Erfahrung Staff +

Die Beschreibung bearbeiten...

Hinzufügen

Mitglieder

Labels

Checkliste

Frist

Anhang

Aktionen

Verschieben

Kopieren

Folgen

Archiv

Freigabe und mehr...

Checklist

Löschen...

UX Methodik zur Lösungsentwicklung hat Ausschlag gegeben für die bessere Lösung

Einstellungen der Projektmitarbeitenden zu UX

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen +

Die Beschreibung bearbeiten...

Hinzufügen

Mitglieder

Labels

Checkliste

Frist

Anhang

Aktionen

Verschieben

Kopieren

Folgen

Archiv

Freigabe und mehr...

Checklist

Löschen...

UXer abhängig von DEVs - viel Überzeugungsarbeit nötig = anstrengend

"GUI aufhübschen" ist für UXer unbefriedigend

Mit "Keule" für UX argumentieren

Erster Entwurf nicht ansprechend - UX beigezogen weil es vis. schön gestaltet werden soll

Anfangs gab es gravierende Usability Probleme, was aber von einem Teil des Projektteams nicht erkannt wurde

DEV anfänglich skeptisch ggü UX

Für "Techies" war die Version ok, aber nicht ideal für Bedienung

Bei Einbezug von UX erst Widerstand: "Was willst du UXer noch?"

Gut an UX: Scope öffnen, Idee visualisieren, andere Anwendungen analysieren, schnell ausprobieren

Nach "Erleben" von UX begeistert

UX ist != Visual Design!

UX = "visuell ansprechender gestalten"

Zweck für UX / Usability: Präsentierbarkeit verbessern

erst Angst um Kosten bei Einbezug von UX, nach Workshop wurden Kosten in der Prio zurückgestellt, weil sie gesehen haben was erreicht werden kann

Constraints

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen +

Die Beschreibung bearbeiten...

Hinzufügen

Mitglieder

Labels

Checkliste

Frist

Anhang

Aktionen

Verschieben

Kopieren

Folgen

Archiv

Freigabe und mehr...

Checklist

Löschen...

UX Experte abhängig von Entwickler um Ideen auf das Zieldevice zu bringen

Technische Constraints -> Einfluss auf Design

Fehlendes Verständnis beim Kunden dass es schnell funktioniert aber noch nicht fertig ist

Technik-zentriertes Vorgehen

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Entwicklungsansatz +

Die Beschreibung bearbeiten...

Hinzufügen

Mitglieder

Labels

Checkliste

Frist

Anhang

Aktionen

Verschieben

Kopieren

Folgen

Archiv

Freigabe und mehr...

Checklist

Löschen...

Fokus auf technischen Durchstich

Hauptaufwand = technische Umsetzung

Entwickler-Brille: Bedienung klar

Erst technische Machbarkeit, dann "wie an der Konferenz präsentieren" - umgekehrt wäre besser

Ergonomie und Experience vernachlässigt

Wichtige Elemente zur Interaktion weggelassen

UX kam zu spät dazu

Gravierende Usability Probleme beim Projekteintritt des UX Experten

Usability dank UXler (später im Projekt) im Fokus

UXer Einfluss = Re-Opening Tech Scope

Fertiges voll funktionstüchtiges Produkt trifft auf UXler

Aufwände ca. 10 % für UX

UX für weitere Projekte einplanen

Keine Endbenutzer Tests

Einbezug von Benutzern

in Liste Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen

Labels

Entwicklungsansatz +

Die Beschreibung bearbeiten...

Hinzufügen

Mitglieder

Labels

Checkliste

Frist

Anhang

Aktionen

Verschieben

Kopieren

Folgen

Archiv

Freigabe und mehr...

Checkliste

Löschen...

2x Hallway Test durchgeführt mit projektexternen Mitarbeitern

Früher beginnen mit User Tests

Keine Benutzer vorhanden (da Vision /showcase)

70

11.8 Sortierungsanlage

11.8.1 Affinity Board - Sortierungsanlage

Unter diesem Link kann das Affinity Board für das Projekt "Sortierungsanlage" aufgerufen werden:

<https://trello.com/b/SrdGzcoi/affinity-board-sortierungsanlage>

The screenshot shows a Trello board titled "Affinity board - Sortierungsanlage" with a star icon, "MAS HCID Masterarbeit AR/VR" label, "Free" status, and "Für Team sichtbar" permission. The board is organized into four columns, each with a title and a list of cards. Each card has a colored progress bar at the top.

- Slack**
 - Usability Tests in der 2. Iteration durchgeführt
 - Zusammenarbeit mit der Entwicklung sehr gut. Teils musste diese von den UX Experten eher noch in ihrem Eifer gebremst werden.
 - Technologie-Gap bzgl. Prototypen kann überwunden werden, wenn Fachpersonen da sind, die die Entwicklungsumgebung gut kennen und effizient damit umgehen können.
 - Fehlende Patterns: Nicht nur Nachteil, dadurch auch mehr Freiheitsgrade vorhanden, um Neues auszuprobieren. Erfordert entsprechenden Aufwand beim Testing. Time-Out für einen bestimmten Indikator
 - Aktuell schon ganz gute Vorlagen für gewisse Probleme im Entwicklungs-Kit der Hololens vorhanden
 - Kriterien aus den Usability-Heuristiken grundsätzlich ok und prinzipiell anwendbar. Müssten aber im Hinblick auf AR / VR im Speziellen noch geschärft werden, auf diejenigen Probleme die sich in diesem Bereich spezifisch ergeben. Bsp. Konsistenz der virtuellen Objekte, deren Bewertung etc. Allenfalls müssten
 - Eine Karte hinzufügen...
- Welche Faktoren beeinflussen direkt die Beurteilung der Usability**
 - Label
 - "Progressive Disclosure"
 - P13 - Test mit 6 probanden je 1 h einsortiert, begleitet mit Rico (Student), Anschliessendes interview geführt
 - Usabilit Fehler: Haben sehr viel auf Visuelles fokussiert - Rico - entschlackt, mit Audio arbeiten, dinge nur selektiv anzeigen, die man nicht so oft braucht, damit es keinen overkill bekommt
 - Es war das erste mal, dass ein UE von Anfang an dabei war.
 - Bachelor Student Arbeits und Organisationspsychologie hat Proto evaluiert
 - P13 - klare aufgaben musste der proband erfüllen, usability kriterien wurden beurteilen, probanden wurden beobachtet und interviewt
 - Usability Fehler wurden anschliessend nach Kriterien beurteilt. Nach welchen Kriterien haben sie die Usability beurteilt?
 - Eine Karte hinzufügen...
- Welche Faktoren beeinflussen indirekt die Beurteilung der Usability**
 - P15 Usability Test - Latenz beim Testing hat Einfluss auf Qualität
 - P15 Heuristik verwendet für den Usability Test
 - P15 Developer ist motiviert, aufgeschlossen und schnell in der Umsetzung
 - P15 GUI Varianten mit Scribbles exploriert
 - P15 UX hat Prototyping und Ideation mitgearbeitet
 - Bei Ingenieuren hauptsache es funktioniert - Aussehen / Benutzer egal...
 - UXler war während Implementierung nicht dabei - nur zu Beginn und bei der Evaluation, hat es also nicht ganz aktiv begleitet
 - Interviews geführt?
 - Probanden mussten laut denken während des Tests und wurden anschliessend interviewt
 - Werden von Christian Hauri
 - Eine Karte hinzufügen...
- Welche Faktoren sind auf fehlendes Erfahrungswissen bez. Technologie zurückzuführen**
 - P13 - AR & VR war auch für UX neuland
 - P13 - PO, keine erfahrung bisher mit AR
 - Hatten Microsoft angefragt, ob es Richtlinien gibt - nein!
 - UX: Farben
 - Sehr viele Farben weggenommen
 - P13 - Technische Support durch microsoft
 - Eine Karte hinzufügen...

11.8.2 Auswertung - Sortierungsanlage

Unter diesem Link kann die Auswertung des Affinity Boards für das Projekt “Sortierungsanlage” aufgerufen werden: <https://trello.com/b/Q00XNEjm/auswertung-sortierungsanlage>

The screenshot shows a Trello board titled "Auswertung - Sortierungsanlage" with a green header bar. The board is organized into four columns:

- Labels:** Contains a list of labels with progress bars: "Erfahrungswissen Technologie", "Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen", "Entwicklungsansatz", "Erfahrung Staff", "Heuristiken", and "Konkretes Beispiel". A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.
- Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen:** Contains a list of factors with progress bars and checkboxes: "Art der Prototypen" (0/6), "Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden" (0/16), "Vorgehen" (0/14), "Methodische Vielfalt & Flexibilität" (0/11), "Skillsets der Projektmitarbeitenden" (0/5), "Vorgehen bei Evaluation" (0/5), "Wissenstransfer auf neue Technologie" (0/4), and "Geschwindigkeit der Umsetzung" (0/2). A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.
- Konkrete Beispiele:** Contains a list of specific examples with progress bars: "Usability Fehler: Haben sehr viel auf Visuelles fokussiert - Rico - entschlackt, mit Audio arbeiten, dinge nur selektiv anzeigen, die man nicht so oft braucht, damit es keinen overkill bekommt", "Im Endeffekt aber mehr als nur technische Prototypen. Die 'Test'-Daten waren eine Auswahl von realen Touren", "Holens - Ansatz wird wahrscheinlich nicht weiterverfolgt. Kosten & Ergonomie sind noch nicht so wie gewünscht (v.a. Tragekomfort, Haltung beim Arbeiten, Einsatzdistanz)", "P13 - AHA Erlebnisse: haben zu viel auf visueller ebene gearbeitet, sinnesverteilung nicht nur visuell, audio geräusche, kein visueller overkill, farben werden nun reduziert, weniger informationen anzeigen, individualisierbar machen von informationen", "P16 Eriernbarkeit der Gesten war bei allen Probanden schlecht erlernbar", and "P16 Fokus beim Test war auch: Darstellung der Schrift Distanz". A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.
- Slack:** Contains a list of Slack messages with progress bars: "Herausforderung: Das Gestell zur Sortierung ist zwar immer baugleich, aber physisch modularbar", "Holens zur Unterstützung des manuellen Arbeitsschrittes der Feinsortierung.", "Ziele: Effizienzsteigerung zur Kostenersparnis; Möglichkeit zur Zentralisierung dieser Arbeit sowie deren Übernahme durch billige Arbeitskräfte", "Interviews geführt?", "Holens nur eine von mehreren Varianten, die getestet wurden, um die Sortierung zu optimieren", "Auch Konzepte mit Google Glass oder OCR-Leser", "P15 Usability Test - Latenz beim Testing hat Einfluss auf Qualität", "Allgemein als externer Berater für UX im Unternehmen tätig. Zufällig in das konkrete Projekt gekommen.", "Hands free Concept - ohne Gestik sondern mit Blickdauer - löst Aktion aus", and "? P16 Akzeptanzproblem bei Mitarbeitern, Da nur ein Hilfsmittel". A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.

Beeinflussende Faktoren

Unter diesem Link können die beeinflussenden Faktoren des Affinity Boards für das Projekt “Sortierungsanlage” eingesehen werden: <https://trello.com/b/Q00XNEjm/auswertung-sortierungsanlage>

11.9 Reparatur-Wartungsassistent

11.9.1 Affinity Board - Reparatur-Wartungsassistent

Unter diesem Link kann das Affinity Board für das Projekt “Reparatur-Wartungsassistent” aufgerufen werden:

<https://trello.com/b/RJxc77fQ/affinity-board-reparatur-wartungs-assistent>

Affinity board - Reparatur-Wartungs-Assistent MAS HCID Masterarbeit AR/VR Free Für Team sichtbar

Slack

- Master in Usability 2005 (sehr technisch - Forschungsprojekte. Interaktionspattern - visualisierung grosser DATenmengen)
- P11 - handelsakademie fachabi kaufmännische ausbildung. Studium: Informations design studiert bachelor 2008, Jetzt: usability Engineer
- P11 - Kaufmännische Ausbildung
- P10 - Dipl. Software Informatiker 2008
- P10 - Lead Software Developer
- P10 - Frames per second für eine flüssige Betrachtung
- Konzeption von Usability Themen im Rahmen der Ausbildung
- Information Engineering, inkl. BWL/VWL; Kernfach Usability
- PhD in Informatik 2011 / Info Engineering
- Design - schwarz als Farbe nicht möglich
- P11 - Fehler: User wurde während dem Test abgelenkt durch kollegen, Dabei hat er mit OK beantwortet, was zur Folge hatte,

Eine Karte hinzufügen...

Welche Faktoren beeinflussen direkt die Beurteilung der Usability

- Label
- Als Designer können nicht sämtliche Störfaktoren berücksichtigt werden bzw. bekannt sein (Unterbrechungen workflow dch. Toilettengänge, Gespräche mit kollegen, Telefonate etc.)
- Einige Interaction-Patterns von Seiten Microsoft her bekannt, aber allgemein kaum bis gar keine Erfahrung damit vorhanden
- P10 - Herausforderungen & Schwierigkeiten aufgrund spezifischer Eigenschaften des Gerätes (Z.b. eingeschränktes Sichtfeld der HoloLens)
- P10 - Pattern gab es nicht, da neue Technologie
- Audio im AR / VR sehr wichtiger Aspekt bei der Konzeptionierung von Interaktionsmustern
- !!! Auswertung

Eine Karte hinzufügen...

Welche Faktoren beeinflussen indirekt die Beurteilung der Usability

- Label
- P11 - Erfahrung aus Spieleindustrie
- P11 - Usability Engineer seit 10 Jahren
- P11 - Informations Design Bachelor 2008
- P11 - bisher 1 AR Projekt
- P11 - Unsere pattern waren zu klein, button, auswahl, Bspw. Nummerneingabe als flaches ui passt nicht gut in AR Welt, müsste 3D sein, curved UI
- Ergonomie der Brille ungenügend, vor allem auf längere Zeit
- Aha-Erlebnis: 2D vs. 3D Dialoge & Interfaces
- Patterns von Microsoft. Wenig Erfahrung mit 3D. Wieso Interface nur 2D gestaltet? Viel Erfahrung aus Games.

Eine Karte hinzufügen...

Welche Methoden haben zur Entdeckung von Usability Fails beigetragen

- Label
- P11 - Die Bewegung des Benutzers hat uns gezeigt, wo ein Dialog am Objekt benötigt wird Wichtig ist, wer benutzt es, wo um welches Ziel zu erreichen
- P11 - Kritische Usability Fehler im Usability Test mit POC: Benutzer wurde abgelenkt durch kollegen, sprachsteuerung wurde ausgelöst, Undo als Liste über den Stapler positioniert wo es nicht stört (nicht im Sichtfeld)
- Storyboard mit Bildern gemacht bis User Journey stimmt.

Eine Karte hinzufügen...

Konkrete Beispiele

- Label
- P10 - Anzahl der Polygone im Sichtfeld dar nicht mehr als 100.000 sein (um eine gute Performance zu gewährleisten)
- History über dem Kopf platziert -> Feststellung, dass Leute dazu neigen, nach oben zu schauen, wenn sie nicht mehr weiter wissen -> mögliches allgemeines AR / VR Pattern für die Zukunft
- flache UI's passen nicht unbedingt in die AR - Welt -> evtl. curved oder 3D UI's angemessener
- Storyboard mit Bildern gemacht bis User Journey stimmt.
- Einige Patterns sind noch nicht optimal. Fotografieren der Kabelanschlüsse (kann nicht von oben fotografiert werden - auf Knie gehen für Foto)... Wozu und wie Foto machen war Usern nicht klar
- z.B. nervig bei Bestätigung immer "ok" sagen zu müssen
- Akzeptanz: Schwarze (?) Handschuhe erkennt HoloLens nicht!

Eine Karte hinzufügen...

11.9.2 Auswertung - Reparatur-Wartungsassistent

Unter diesem Link kann die Auswertung des Affinity Boards für das Projekt “Reparatur-Wartungsassistent” aufgerufen werden: <https://trello.com/b/a8UzESU9/auswertung-reparatur-wartungsassistent>

The screenshot shows a Trello board with the following structure:

- Labels:** A list of labels with colored bars: Erfahrungswissen Technologie (purple), Staffing, Struktur & Prozesse (black), Entwicklungsansatz (yellow), Erfahrung Staff (blue), Heuristiken (red), Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen (orange), and Konkretes Beispiel (pink). A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.
- Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen:** A list of factors with progress bars and checkboxes:
 - Art des Prototypen: 0/2
 - Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden: 0/6
 - Interdisziplinarität: 0/6
 - Vorgehen: 0/6
 - Staffing, Rollenverteilung: 0/3
 - Kompetenzen / Verantwortlichkeiten: 0/3
 - Skillssets der Projektmitarbeitenden: 0/4
 - Methodische Vielfalt & Flexibilität: 0/19A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.
- Konkrete Beispiele:** A list of examples with progress bars and checkboxes:
 - Label: 0/6
 - Konkretes Beispiel: Erfahrungswissen Technologie: 0/6
 - Konkretes Beispiel: Methoden: 0/2
 - Konkretes Beispiel: Methode: 0/3
 - Konkretes Beispiel: Erfahrungswissen - Indirekter Faktor: 0/1
 - Direkter Faktor: Usability Testing - mit Benutzern: 0/7
 - Indirekter Faktor: Findings !! NICHT ZÄHLEN !!: 0/2
 - Direkter Faktor: Testing - Findings !! NICHT ZÄHLEN !!!: 0/5A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.
- Slack:** A list of Slack messages and a photo of a whiteboard. The messages include:
 - Master in Usability 2005 (sehr technisch - Forschungsprojekte. Interaktionspattern - visualisierung grosser Datenmengen)
 - P11 - handelsakademie fachabi kaufmännische ausbildung, Studium: Informations design studiert bachelor 2008, Jetzt: usability Engineer
 - P10 - Dipl. Software Informatiker 2008
 - P11 - Kaufmännische Ausbildung
 - P10 - Lead Software Developer
 - P10 - Frames per second für eine flüssige Betrachtung
 - Konzeption von Usability Themen im Rahmen der Ausbildung
 - Information Engineering, inkl. BWL/VWL; Kernfach UsabilityA photo of a whiteboard with a diagram is shown below the messages. A button "Eine Karte hinzufügen..." is at the bottom.

Beeinflussende Faktoren

Unter diesem Link können die beeinflussenden Faktoren des Affinity Boards für das Projekt “Reparatur-Wartungsassistent” eingesehen werden:

<https://trello.com/b/a8UzESU9/auswertung-reparatur-wartungsassistent>

11.10 Virtuelles Einkaufserlebnis

11.10.1 Affinity Board - Virtuelles Einkaufserlebnis

Unter diesem Link kann das Affinity Board für das Projekt "Virtuelles Einkaufserlebnis" aufgerufen werden:

<https://trello.com/b/m1rRPpmq/affinity-board-virtuelles-shopping>

Affinity board - Virtuelles Shopping MAS HCID Masterarbeit AR/VR Free Für Team sichtbar

Slack	Welche Faktoren beeinflussen direkt das Vermeiden von Usability Fails	Faktor beeinflusst indirekt das Vermeiden von Usability Fails	Welche Faktoren sind auf fehlendes Erfahrungswissen bez. Technologie zurückzuführen
Bedienung an AG erklärt und während der Nutzung unterstützt.	Keine Nutzertests (i.e. mit Endkunden)	Verbesserungswürdig: Mehr zusammen arbeiten an gleichen Tagen - Zeitslots für Zusammenarbeit wichtig	Beide Devs hatten noch nicht so viel VR Entwicklungserfahrung.
Schlusspräsentation - AG wollte Änderungen - nur Design Aspekte bemängelt. z.B. Farbe der Uhr	Keine Erfahrung mit Nutzertests (kein direkter Kundenkontakt)	Während Workshop an Whiteboard skizziert	Anlegen einer Pattern-Library für den virtuellen Raum wäre sehr sinnvoll. Bei der heutigen Entwicklungsgeschwindigkeit ist diese aber jeweils schnell wieder outdated (codebase)
Schwierigkeiten mit den Lizenzen von 3D Modellen - Eigenes modellieren sehr Ressourcen- und Kostenintensiv	UX braucht es nicht Vollzeit zur Unterstützung eines Projektes	Sehr begrenzte Ressourcen. Nur ca. 10-15 PT zur Verfügung	Neue Technologie -> Keine best practices, best cases, fix cases etc.
Kunde hat sich Infrastruktur (i.e. Hardware) zugelegt, um die Applikation jeweils selber testen zu können.	Interaktionspatterns wurden nicht konsistent unter den unterschiedlichen Objekten eingesetzt. Zum Teil weil man verschiedene Patterns ausprobieren wollte, zum anderen, weil man es nicht systematisch verfolgt hat	Kapazität: Nur ca 10 PT	Neuartige Themen bei Virtual Reality: Bsp: Muss man an einer Kasse zahlen? "virtuelles Anstehen an der Kasse?"
P2 4,5 Jahre bei Startup User Interfaces gemacht / GUI Entwicklung mit JAVA SWING (FAT Client). UI erweitert...	Template (Design Pattern für Bedienelemente) mit Vive Controller	Zusammensetzung Team: Frage in Fokusgruppe wer Zeit hat (d.h. Team wurde nicht systematisch/bewusst zusammengestellt)	Fragen zur User Experience: Braucht es Hintergrundgeräusche?
Entwicklungsteam mit sehr vielen Freiheiten	Pattern Library: Unity Assets Library von Valve - implizite Patterns gegeben (welcher Button macht was)	Designer muss die technische Umsetzung eng begleiten und ggf. Änderungen vornehmen	Aufwandtreiber: Technische Umsetzung (Interaktion (Logik) mit einem Objekt programmieren (Explosion Uhrenmodell - geeignete Assets finden))
P2 Informatik Mittelschule - Systeminformatik Bachelor ZHAW Wintherthur. 2010	Usability braucht man u.a. zur Beantwortung der Frage: Wie können Produkte im virtuellen Raum präsentiert werden? Was ist im Vergleich zu der Realität	Ideen direkt "scharf" implementiert und anschliessend ausprobiert.	Grösster Aufwand beim Verständnis der Technologie: Programmiersprache / Entwicklungsumgebung. Kennenlernen des virtuellen Raums.
Ruckeln (PC kommt nicht mit Rechnen nach) ist sehr unangenehm! Kann sofort Abneigung gegen Technologie hervorrufen. Wichtig, dass erstes Erlebnis flüssig ist, damit Technologie akzeptiert wird.		Explorativ - ausprobieren - Brille anziehen und testen	
		Erfahrung mit VR / AR Projekten < 3	
Eine Karte hinzufügen...	Eine Karte hinzufügen...	Eine Karte hinzufügen...	Eine Karte hinzufügen...

11.10.2 Auswertung - Virtuelles Einkaufserlebnis

Unter diesem Link kann die Auswertung des Affinity Boards für das Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” aufgerufen werden: <https://trello.com/b/TCjiUfbr/auswertung-virtuelles-einkaufserlebnis>

The screenshot shows a Trello board with the title "Auswertung - Virtuelles Einkaufserlebnis". The board is organized into three main columns:

- Labels:** This column contains several labels with colored bars and text: "Erfahrungswissen Technologie" (purple bar), "Staffing, Struktur & Prozesse" (white bar), "Entwicklungsansatz" (yellow bar), "Erfahrung Staff" (blue bar), "Heuristiken" (red bar), "Projekt- und Technologiebezogene Rahmenbedingungen" (black bar), and "Konkretes Beispiel" (pink bar). At the bottom is a button "Eine Karte hinzufügen...".
- Faktoren, die die Möglichkeiten zur Beurteilung der Usability einer Gestaltungslösung beeinflussen:** This column lists factors with progress bars and checkboxes: "Art der Prototypen" (0/4), "Verfügbarkeit erfahrungsbasierter Methoden" (0/15), "Vorgehen" (0/3), "Staffing, Rollenverteilung" (0/3), "Kompetenzen / Verantwortlichkeiten" (0/1), "Methodische Vielfalt & Flexibilität" (0/4), "Skillset der Projektmitarbeitenden" (0/5), and "Einstellungen der Projektmitarbeitenden zu UX" (0/5). At the bottom is a button "Eine Karte hinzufügen...".
- Slack:** This column contains a list of text cards: "Bedienung an AG erklärt und während der Nutzung unterstützt.", "Schlusspräsentation - AG wollte Änderungen - nur Design Aspekte bemängelt. z.B. Farbe der Uhr", "Schwierigkeiten mit den Lizenzen von 3D Modellen - Eigenes modellieren sehr Ressourcen- und Kostenintensiv", "Kunde hat sich Infrastruktur (i.e. Hardware) zugelegt, um die Applikation jeweils selber testen zu können.", "Nach 80 Prozent der Zeit fertig dann noch 2-3 Tage für Verbesserungen (graphische)", "Entwicklungsteam mit sehr vielen Freiheiten", "P2 Informatik Mittelschule - Systeminformatik Bachelor ZHAW Wintherthur. 2010", "Ruckeln (PC kommt nicht mit Rechnen nach) ist sehr unangenehm! Kann sofort Abneigung gegen Technologie hervorrufen. Wichtig, dass erstes Erlebnis flüssig ist, damit Technologie akzeptiert wird.", and "Beschleunigungen fühlen sich in 3D unangenehm an. Wie". At the bottom is a button "Eine Karte hinzufügen...".

Beeinflussende Faktoren

Unter diesem Link können die beeinflussenden Faktoren des Affinity Boards für das Projekt “Virtuelles Einkaufserlebnis” eingesehen werden: <https://trello.com/b/TCjiUfbr/auswertung-virtuelles-einkaufserlebnis>