

Augmented Reality (AR) im Produktions- und Logistikbereich

05.06.2019, Kriens

Bachelorarbeit an der Hochschule Luzern – Informatik

Titel: Augmented Reality (AR) im Produktions- und Logistikbereich

Studentin / Student 1: Nino Padrutt

Studiengang: BSc Informatik

Abschlussjahr: 2019

Betreuungsperson: Markus Zank

Expertin / Experte: Diego Schmidlin

Codierung / Klassifizierung der Arbeit:

- ☐ **A: Einsicht (Normalfall)**
- ☐ **B: Rücksprache** (Dauer: Jahr / Jahre)
- ☐ **C: Sperre** (Dauer: Jahr / Jahre)

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich/wir die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt haben, alle verwendeten Quellen, Literatur und andere Hilfsmittel angegeben haben, wörtlich oder inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht haben, das Vertraulichkeitsinteresse des Auftraggebers wahren und die Urheberrechtsbestimmungen der Fachhochschule Zentralschweiz (siehe Markblatt «Studentische Arbeiten» auf MyCampus) respektieren werden.

Ort / Datum, Unterschrift _____

Abgabe der Arbeit auf der Portfolio Datenbank:

Bestätigungsvisum Student/in

Ich bestätige, dass ich die Bachelorarbeit korrekt gemäss Merkblatt auf der Portfolio Datenbank abgelegt habe. Die Verantwortlichkeit sowie die Berechtigungen habe ich abgegeben, so dass ich keine Änderungen mehr vornehmen kann oder weitere Dateien hochladen kann.

Ort / Datum, Unterschrift _____

Verdankung

Ich möchte mich bei all denen bedanken, die mich während der Erstellung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Zuerst ist Herr Markus Zank zu nennen. Er betreute die Bachelorarbeit und unterstützte mich mit vielen Anregungen.

Herr Flavio Balsemin möchte ich für die gute Zusammenarbeit und das in mich gesetzte Vertrauen bei der Umsetzung der Arbeit danken.

Ebenso möchte ich Michael und Silvan Feer, Simon und Reto Padrutt, Martin und Romy Nideroest, Alain Schuway, Linda Kälin und Raymond Wicki herzlich für die Teilnahme an den Benutzertests und die vielen Rückmeldungen danken.

Schlussendlich gebührt Julien Nyffeler grosser Dank für seine Hilfe im Kampf mit dem Komma, sowie Jeffrey Otmi für die Unterstützung und seine vielen Inputs.

Nino Padrutt
Kriens, 05.06.2019

Eingangsvisum (durch das Sekretariat auszufüllen):

Rotkreuz, den _____ Visum: _____

Abstract

Um die Effizienz der Produktion der B. Braun Medical AG in Escholzmatt steigern zu können, sollen künftig die Produktionsanlagen weiter vernetzt werden. Mitarbeiter sollen mit Hilfe von Augmented Reality Brillen Informationen zu den Anlagen abfragen oder vom System aktiv benachrichtigt werden. Damit sollen sie frühzeitig auf Probleme reagieren und mögliche Produktionsausfälle verhindert werden können. Ziel der Arbeit ist, verschiedene Darstellungs- und Interaktionsformen bei Augmented Reality Brillen zu untersuchen, sowie aktuelle Geräte auf ihre Praxistauglichkeit zu untersuchen. Damit soll beim Auftraggeber eine Grundlage für künftige Investitionsentscheide geschaffen werden.

Es wurde eine Analyse durchgeführt wie der Stand der Technik ist und wo diese aktuell eingesetzt wird. Des Weiteren wurde je ein Prototyp von Interaktionsformen für die Vuzix Blade und die Magic Leap entwickelt und in Benutzertests evaluiert. Die Vuzix Blade stellt dabei ein eingeschränkteres dafür kompakteres Gerät dar. Die Steuerung findet über ein Touchpad im rechten Brillenbügel statt. Die Magic Leap gehört zu den modernsten aktuell verfügbaren Geräten. Mit ihr wurde untersucht ob eine Blicksteuerung sinnvoll umgesetzt werden kann.

Die Benutzertests zeigten, dass eine Vuzix Blade aktuell zu wenig Mehrwert bietet für die Einschränkungen, welche sie mit sich bringt. Die Blicksteuerung der Magic Leap empfanden die meisten Benutzer als grundsätzlich angenehm. Die Herausforderung liegt hier im Erstellen einer guten Benutzerführung, welche die Augen nicht ermüdet. Beide Geräte eignen sich aktuell nicht für den breiten Einsatz in einem Logistik- oder Produktionsbetrieb.

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	4
1. Problemstellung.....	7
1.1. Auftraggeber.....	7
1.2. Ausgangslage.....	7
1.3. Aufgabenstellung.....	8
2. Stand der Praxis.....	9
3. Ideen und Konzepte.....	12
4. Methoden.....	13
4.1. Benutzertests.....	13
4.2. Abgrenzung.....	14
5. Realisierung.....	15
5.1. Überblick AR – Brillen.....	15
5.1.1. HoloLens.....	15
5.1.2. HoloLens 2.....	17
5.1.3. Magic Leap One.....	20
5.1.4. Vuzix Blade.....	23
5.2. Personas.....	25
5.3. User Stories.....	26
5.4. Vuzix Blade.....	26
5.4.1. Prototyp.....	26
5.4.2. Auswertung.....	29
5.5. Magic Leap One.....	30
5.5.1. Prototyp.....	30
5.5.2. Alternative Bedienkonzepte.....	33
5.5.3. Benachrichtigung.....	34
5.5.4. Auswertung.....	35
6. Evaluation und Validation.....	39
7. Ausblick.....	40
Glossar.....	41
Literaturverzeichnis.....	42
Abbildungsverzeichnis.....	44
Tabellenverzeichnis.....	44
Anhang.....	45
A. Zusätzliche Personas.....	45
B. Low Fidelity Wireframe Vuzix Blade.....	47
1. Entwurf 1.....	47

2. Entwurf 2.....	48
-------------------	----

1. Problemstellung

1.1. Auftraggeber

Der Auftraggeber gibt folgende Übersicht in der Aufgabenstellung:

B. Braun Melsungen AG, Konzern:

B. Braun ist einer der führenden Hersteller von Medizintechnik- und Pharmaprodukten und Dienstleistungen weltweit. Mit einem stetig wachsenden Portfolio an wirkungsvollen Lösungen für die medizinische Versorgung leistet B. Braun einen wesentlichen Beitrag, um weltweit die Gesundheit von Menschen zu schützen und zu verbessern. Insgesamt umfasst das Sortiment 5'000 Produkte, die zu 95 Prozent in eigener Fertigung hergestellt werden. Der B. Braun-Konzern beschäftigt rund 65'000 Personen in 62 Ländern. Wir leisten so einen wichtigen Beitrag zum medizinischen Fortschritt.

B. Braun Medical AG, Schweiz:

Die B. Braun Medical AG in der Schweiz ist eine Tochtergesellschaft der B. Braun Melsungen AG. In der Schweiz arbeiten mehr als 1'000 Mitarbeiter. Diese sorgen in der Entwicklung, Produktion (drei Standorte: Sempach LU, Escholzmatt LU, Crissier VD) und dem Vertrieb dafür, dass der Gesundheitsmarkt mit hochwertigen Produkten versorgt wird.

1.2. Ausgangslage

Das Produktionswerk Escholzmatt hat zwei Produktionsreinhäuser mit unterschiedlichen Produktionsanlagen. Ein Teil der Produktionsanlagen ist bereits ausgerüstet, so dass dieser vernetzt ist und Daten in ein System einspielen kann. Die Vision ist, dass in der Zukunft auf alle Anlagen ausgeweitet wird. Damit soll es möglich sein, dass die Produktion ständig anhand einer Reihe festgelegten Parameter überwacht wird. Sollten diese eine Tendenz aufweisen, welche zu fehlerhaft produzierten Teilen führt, sollen Mitarbeiter frühzeitig informiert werden, damit diese Gegenmassnahmen einleiten können.



Abbildung 1 Beispiel der Kleidervorschriften für das Betreten des Reinraumes

Für die Produktionsräume bestehen strikte Kleidervorschriften, welche unter anderem ein Overall über den Alltagskleidern voraussetzen. Da diese keine Taschen haben, ist das Mitführen eines Tablets oder Smartphones umständlich. Ausserdem benötigen diese jeweils beide Hände zur Bedienung und Benachrichtigungen können in der lauten Umgebung schnell übersehen oder überhört werden.

Aufgrund dieser Problematik kam dem Auftraggeber die Idee von Augmented Reality Brillen auf. Diese könnten den ganzen Tag getragen werden und bei Bedarf Informationen direkt in das Sichtfeld der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einblenden. In der restlichen Zeit darf diese bei der Arbeit nicht behindern.

1.3. Aufgabenstellung

Da das Feld der Augmented Reality noch sehr neu ist, gibt es wenig Informationen darüber, wie praktikabel solche Szenarien aktuell sind und wie diese umgesetzt werden könnten. Um hier den Auftraggeber bei künftigen Investitionsentscheiden unterstützen zu können, soll evaluiert werden, wie mit Hilfe einer Augmented Reality Brille Daten wie Auftragsstatus, Auftragsdaten, aktuelle Störmeldungen sowie Key Performance Indicator (KPI's) angezeigt werden können. Dafür sollen verschiedene Prototypen umgesetzt und getestet werden. Ebenso sollen verschiedene Brillentypen und Darstellungsarten verglichen werden.

2. Stand der Praxis

Bei der Augmented Reality werden virtuelle Objekte über ein Gerät, wie beispielsweise einer Datenbrille oder auch einem Smartphone, in die reale Welt des Benutzers angezeigt. Damit grenzt es sich von Virtual Reality ab, welche die reale Welt komplett ausschliesst. Als Untergruppe zur Augmented Reality gibt es noch das Spatial Computing. Hier werden Objekte nicht mehr nur über die reale Welt gelegt, sondern diese können auch direkt damit interagieren. Das kann beispielsweise sein, dass man ein Objekt auf die Oberfläche eines Tisches stellen kann oder eine Kugel von diesem herunterrollt und auf den Boden fällt.

Die Spannweite von möglichen Anwendungsbereichen für AR ist sehr gross. So bewerben die Hersteller ihre Produkte häufig mit Beispielen aus Medizin, Produktion und Architektur. Tatsächlich wird in diesen Branchen stark in das Potenzial von Augmented Reality Brillen investiert.

In den USA entstand in einer Zusammenarbeit zwischen Microsoft und der Case Western Reserve University Material für den Unterricht, in welchem Medizinstudenten anhand von Hologrammen den menschlichen Körper untersuchen können¹.

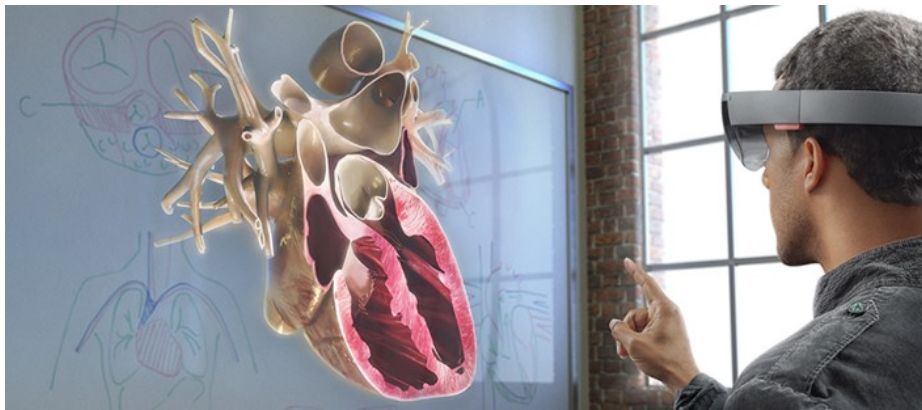


Abbildung 2 Werbebild für die Unterrichtsoftware von Microsoft und der Case Western University ²

¹ «Mixed Reality: A Revolutionary Breakthrough in Teaching and Learning», zugegriffen 15. März 2019, <https://er.educause.edu/articles/2018/7/mixed-reality-a-revolutionary-breakthrough-in-teaching-and-learning>.

² «Mixed Reality».

Autohersteller versprechen sich durch den Einsatz tiefere Kosten und schnellere Entwicklungszyklen. Toyota nutzt die HoloLens um den Prozess zum Messen der Dicke von Farben und Rostschutz zu beschleunigen³. Dabei mussten spezielle Papiermuster mit mehreren Hundert Aussparungen auf der Aussenseite des Wagens angebracht werden.



Abbildung 3 Papiermuster zum Messen der Farbdicke⁴

Anschliessend kann die sichtbare Farbe mit einem Scanwerkzeug erfasst werden. Dieser Prozess dauerte bisher für zwei Mitarbeiter oder Mitarbeiterinnen einen ganzen Tag. Mit der HoloLens kann eine Person dies in einem halben Tag durchführen, in dem ein Array von Punkten auf den Wagen projiziert wird. Damit fällt der Teil mit dem Aufspannen des Papiermusters komplett weg.

In der Schweiz hört man vor allem von der Schweizerischen Post, welche mit der Technologie experimentiert.

So ist eines der Angebote der Schweizerischen Post, dass die Briefe für ein Unternehmen direkt sortiert werden. Dafür wird aktuell für jeden Kunden ein Regal benötigt. An diesem werden die entsprechenden Abteilungen angeschrieben und die Briefe auf die jeweiligen Fächer verteilt.

Mit einer HoloLens Applikation konnte nun dasselbe Regal für mehrere Kunden verwendet werden. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter können in der Software den gerade aktuellen Kunden auswählen worauf die Fächerbeschriftung virtuell auf dem Regal angezeigt wird.

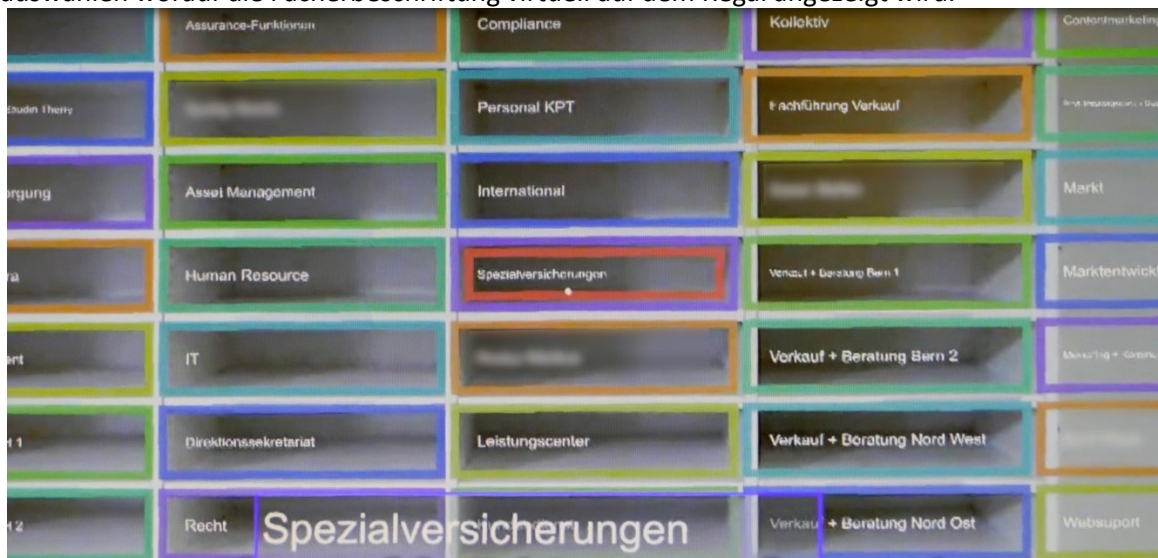


Abbildung 4 Ansicht eines Sortierregals mit HoloLens Sortieroberfläche

³ Rachel Metz Business CNN, «Toyota is using Microsoft's HoloLens to build cars faster», CNN, zugegriffen 15. März 2019, <https://www.cnn.com/2018/11/16/tech/toyota-hololens/index.html>.

⁴ Business.

Ebenfalls wurden Einsatzbereiche in der Logistik zur Lageroptimierung untersucht. Dabei wurde eine HoloLens von Microsoft mit einem Barcode Scanner gekoppelt. Anschliessen wird beim Scannen eines Lagerplatzes Informationen zu dem Auftrag als Hologramm für den Mitarbeiter angezeigt.

Ein weiteres Projekt war bei der Briefsortierung. So wurde versucht, dass bei nicht korrekt einsortierten Briefen die angegebene Adresse per Bilderkennung analysiert wird und dem Mitarbeiter entsprechende Vorschläge angezeigt werden können. Damit soll dieser Prozess vor allem effizienter werden, in dem die relevanten Informationen automatisch abgerufen und angezeigt werden.

Die Gemeinsamkeit vieler dieser Projekte ist, dass es sich um erste Versuche handelt, mit welchen man die möglichen Einsatzszenarien ausloten möchte. In vielen Fällen warten die Firmen noch auf Fortschritte bei der Hardware, bis die entsprechenden Projekte flächendeckend eingeführt werden. So ist aktuell das Sichtfeld, in welchem Hologramme zu sehen sind, noch sehr klein. Zudem sind die Geräte meist sehr schwer und eignen sich daher nicht, um mehrere Stunden am Stück getragen zu werden.

3. Ideen und Konzepte

Um zu evaluieren wie Daten auf einer Augmented Reality Brille angezeigt und damit interagiert werden kann, wurden für die Magic Leap One und die Vuzix Blade verschiedene Konzepte entworfen. Das jeweils vielversprechendste wurde in Form eines Prototyps umgesetzt. Um die Akzeptanz von diesen zu testen wurden sie diversen Testbenutzern gezeigt und Rückmeldungen eingeholt.

Um die Position des Trägers zu bestimmen, wurde, in Absprache mit dem Auftraggeber, ein QR Code verwendet.

Bei der Wahl der Geräte wurde darauf geachtet, dass verschiedene Formfaktoren vertreten sind. So fiel die Wahl einerseits auf die Vuzix Blade, da diese von den zur Auswahl stehenden Geräten einer normalen Brille am nächsten kommt. Andererseits wurde die Magic Leap One gewählt, da sie aktuell zu den modernsten Geräten ihres Formfaktors gehört und bereits über eine Blickerkennung verfügt. Faktoren wie die Ergonomie und Vor- und Nachteile des Designs gegenüber anderen Brillen vom selben Formfaktors, wurden bei der Auswahl nicht berücksichtigt.

Die HoloLens 1 wurde aufgrund ihrer grossen Verbreitung ebenfalls in Betracht gezogen. Da im Sommer mit der HoloLens 2 jedoch ein grosses Upgrade auf den Markt kommt, wurde diese nicht berücksichtigt. Bei der HoloLens 2 wurde zudem ebenfalls bereits eine Blickerkennung angekündigt⁵. Es wird davon ausgegangen, dass die Erkenntnisse zu der Interaktion per Blick von der Magic Leap auf die HoloLens 2 übertragbar sind.

Das ursprüngliche Konzept sah vor, dass lediglich ein Prototyp mit Hilfe von Unity entwickelt und für beide Geräte verwendet wird. Da die Vuzix Blade jedoch 3D Applikationen ausschliesslich in Form von Spielen unterstützt und klassische Applikationen 2D sind, wurde dieses zu Gunsten von zwei unabhängigen Prototypen verworfen.

⁵ Mauro Huculak, «Microsoft HoloLens 2: Tech Specs and Details You Need to Know • Pureinfotech», *Pureinfotech* • *Windows 10 Tips, One Step at a Time* (blog), 25. Februar 2019, <https://pureinfotech.com/microsoft-hololens-2-tech-specs/>.

4. Methoden

Die Entwicklung erfolgt in Iterationen. Über Benutzertests soll der Prototyp jeweils getestet und weiter verbessert werden.

4.1. Benutzertests

Die Benutzertests hatten einerseits zum Ziel, Probleme und Schwierigkeiten im Umgang mit den Testgeräten zu finden, welche auch für einen produktiven Einsatz relevant sein könnten. Andererseits sollten damit Rückmeldungen zu den umgesetzten Prototypen und ihren Interaktionsformen gesammelt werden. Die Tests wurden nicht statistisch relevant durchgeführt.

Für die erste Benutzerbefragung wurde den Testpersonen zwei Aufgaben gestellt, welche Sie durchführen sollten. Dazu sollten jeweils zwei Fragen beantwortet werden. Abschliessend wurden noch zwei Fragen zum Gerät selbst gefragt.

Allgemeine Informationen

- Testdatum
- Testperson
- Testgerät
- Iteration
- Erster Test durchlauf?

Prüfe ob bei einer Maschine Handlungsbedarf besteht.

- Wie intuitiv war die Lösung für dich?
- Was würdest du ändern?

Eine Maschine hat einen Fehler. Finde mehr Informationen dazu.

- Wie intuitiv war die Lösung für dich?
- Was würdest du ändern?

Abschluss

- Wie bequem findest du das Testgerät?
- Kannst du dir vorstellen, für mehrere Stunden damit zu arbeiten?

Es hat sich herausgestellt, dass es für die Testpersonen sehr schwierig ist eine entsprechende Aufgabe zu erfüllen. Einerseits aufgrund der Tatsache, dass keine Erfahrung mit Augmented Reality besteht. Andererseits da keine der Testpersonen im Produktions- oder Logistikbereich arbeitet oder Erfahrungen damit hat.

Um das Protokoll aussagekräftiger und gleichzeitig klarer für die Testpersonen zu machen, wurde ein Fragebogen für jedes Gerät erstellt und die Fragen allgemeiner formuliert. Ausserdem wurde bei den allgemeinen Informationen der Altersbereich hinzugefügt.

Für die Vuzix Blade wurden folgende Fragen gestellt:

- Ist die Software Übersichtlich? Wie könnte sie übersichtlicher gestaltet werden?
- Wie ist die Bedienung über das Touchpad?
- Wie bequem findest du das Testgerät?
- Wie gut findest du die Darstellungsqualität des Displays?

Der Fragebogen für die Magic Leap umfasste folgende Fragen:

- Ist die Software übersichtlich? Wie könnte sie übersichtlicher gestaltet werden?
- Wie intuitiv war die Bedienung über die Blicksteuerung?
- Wie angenehm ist die Benachrichtigung über das Benachrichtigungssymbol?
- Wie bequem findest du das Testgerät?

- Wie gut findest du die Darstellungsqualität des Displays

4.2. Abgrenzung

Bei der Umsetzung der Prototypen lag der Fokus auf der Interaktion und der Darstellung. Die angezeigten Daten wurden statisch hinterlegt. Auf eine technische Dokumentation wurde verzichtet.

Da das Ziel der Arbeit gewinnen von Erkenntnissen war, wurde auf ein Risikomanagement verzichtet.

5. Realisierung

5.1. Überblick AR – Brillen

Im Folgenden wird ein Überblick über die in dieser Arbeit verwendeten AR – Brillen und ihre Eigenheiten gegeben. Aufgrund der grossen Verbreitung wurde auch die HoloLens 1 sowie die HoloLens 2 berücksichtigt, um eine vollständigere Übersicht geben zu können.

5.1.1. HoloLens



Abbildung 5 HoloLens 1 ⁶

Hersteller	Microsoft
Produktseite	Wurde bereits durch HoloLens 2 abgelöst
Escheinungsdatum	März 2016
Betriebssystem	Windows 10
CPU	Intel Cherry Trail SoC ⁷ mit einer von Microsoft entwickelten Holographic Processing Unit ⁸
RAM	2 GB
Speichergrösse	64 GB MMC
Display	Farbdisplay beidseitig, Auflösung 720p
Field of View	34° ⁹
Audio	Spatial Audio Support
Sensoren	• IMU
Anschlussmöglichkeiten	• Micro USB • 3.5mm Klinkenstecker • WLAN ac • Bluetooth 4.1

⁶ Deniz Ergürel, «15 amazing HoloLens projects that show how computers can change in a few years», Haptical, 27. Juni 2016, 15, <https://haptic.al/hat-is-hololens-mixed-reality-c01198c5bbb>.

⁷ «What's Inside Microsoft's HoloLens And How It Works», Tom's Hardware, 23. August 2016, <https://www.tomshardware.com/news/microsoft-hololens-components-hpu-28nm,32546.html>.

⁸ «Microsoft HoloLens: HPU Architecture, Detailed», Tom's Hardware, 30. August 2016, <https://www.tomshardware.com/news/microsoft-hololens-hpu-architecture-28nm,32586.html>.

⁹ okreylos, «On the Road for VR: Microsoft HoloLens at Build 2015, San Francisco», Doc-Ok.Org (blog), 1. Mai 2015, <http://doc-ok.org/?p=1223>.

	• Bluetooth LE
Eingabe	• Handgesten • Klicker • Sprache
Kabellos	Ja
Gewicht	579g

Tabelle 1 Übersicht HoloLens 1. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: ^[10]

Die HoloLens von Microsoft war eine der ersten Augmented Reality Brillen und sorgte für grosse Aufmerksamkeit. Insbesondere, dass sie ohne Kabel oder zusätzlich angeschlossene Hardware funktioniert war eine grosse Neuerung gegenüber den bekannten Geräte aus dem Virtual Reality Bereich.

Die Interaktion geschieht über einen Cursor, welcher die Mitte des Sichtfeldes des Benutzers markiert und wie eine Maus funktioniert. Zum Ausführen eines Klicks wird eine spezielle Geste vor der Brille oder ein Klicker verwendet. Um zurück zu navigieren gibt es wiederum eine eigene Geste. Ausserdem wird auch eine eingeschränkte Sprachsteuerung unterstützt.

Für die Entwicklung kann entweder die Universal Windows Plattform mit Visual Studio oder Unity verwendet werden. Erstere wird vorwiegend für 2D Programme verwendet, welche auch unter Windows auf dem Desktop oder der Xbox lauffähig sind. Unity wird für 3D Projekte empfohlen. Dafür stellt Microsoft zum einen diverse Tutorials als auch ein Mixed Reality Toolkit¹¹ zur Verfügung. Letzteres unterstützt nebst der HoloLens auch Mixed Reality Headsets anderer Hersteller, welche mit Windows laufen.

Anwendungen können über den Microsoft Store verteilt werden, welcher Entwicklern aus den meisten Teilen der Welt offensteht. Nebst dem öffentlich Anbieten von Applikationen, bietet dieser auch die Möglichkeit, Anwendungen in einer eigenen Sektion nur firmenintern bereitzustellen.

Der grösste Kritikpunkt ist bis heute das relativ kleine Sichtfeld, in welchem die Hologramme sichtbar sind. Ebenso wird die Brille aufgrund der einseitigen Gewichtsverteilung schnell schwer, womit längeres Arbeiten unbequem ist.

Offizielle Verkaufszahlen wurden nie veröffentlicht. Es gibt Vermutungen¹², dass anfangs 2018 um die 50'000 Einheiten verkauft worden sind. Der Grund für die geringe Zahl liegt zum einen im hohen Preis und dem Vertriebskanal. Beide sind stark auf Unternehmen und nicht für Normalbenutzer ausgerichtet. Zudem fehlt den Geräten aktuell noch einen zwingenden Anwendungsfall. Wie in Kapitel 2 ausgeführt, werden aktuell solche Geräte vorwiegend zur Evaluation oder für Projekte im kleinen Rahmen und weniger für einen flächendeckenden produktiven Einsatz angeschafft.

¹⁰ «Microsoft HoloLens», in *Wikipedia*, 20. Mai 2019, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Microsoft_HoloLens&oldid=898009962.

¹¹ «Microsoft/MixedRealityToolkit-Unity: MixedRealityToolkit-Unity uses code from the base MixedRealityToolkit repository and makes it easier to consume in Unity.», zugegriffen 25. März 2019, <https://github.com/Microsoft/MixedRealityToolkit-Unity>.

¹² «Microsoft HoloLens Sales Figures Revealed», *VRFocus* (blog), zugegriffen 25. März 2019, <https://www.vrfocus.com/2018/05/microsoft-hololens-sales-figures-revealed/>.

5.1.2. HoloLens 2



Abbildung 6 HoloLens 2 ¹³

Hersteller	Microsoft
Produktseite	https://www.microsoft.com/de-at/hololens
Escheinungsdatum	Vorgelegt: Februar 2019 Geplante Auslieferung: Juni 2019
Betriebssystem	Windows 10
CPU	Qualcomm Snapdragon 850
RAM	Unbekannt
Speichergrösse	Unbekannt
Displaytechnologie	Farbdisplay beidseitig, Auflösung 720p
Field of View	52° ¹⁴
Audio	Spatial Audio Support
Sensoren	• Kopfverfolgung • Augenverfolgung • Tiefensensor • IMU • Kamera (8MP) ¹⁵
Anschlussmöglichkeiten	• USB C • Bluetooth LE 5.0 • WLAN 2x2

¹³ «Microsoft HoloLens 2 Headset | HiConsumption», zugegriffen 20. März 2019, <https://hiconsumption.com/2019/02/microsoft-hololens-2-headset/>.

¹⁴ Alex Kipman, «No Secrets... See <https://www.wired.com/story/microsoft-hololens-2-headset/> ... - The First HoloLens Had a 34-Degree Diagonal FOV; the New Headset's Field of View ... 52-Degree Diagonal Field of View. More than 2x Is Area and Most of the Growth Is Vertical (No Longer 16:9)», Tweet, @akipman (blog), 25. Februar 2019, <https://twitter.com/akipman/status/110069645661495298>.

¹⁵ Huculak, «Microsoft HoloLens 2».

Eingabe	• Handgesten • Stimme
Kabellos	Ja
Gewicht	Unbekannt

Tabelle 2 Übersicht HoloLens 2. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: ^[16]

Mit der HoloLens 2 hat Microsoft die nächste Generation Ihrer Augmented Reality Brille vorgestellt. Die Schwerpunkte folgen den Schlagworten "comfort, immersion, out-of-box value".

Für den Komfort wurde hauptsächlich ein neues Design entwickelt. Bei diesem ist die Recheneinheit nicht mehr ausschliesslich vorne, sondern verteilt auf Vorder- und Rückseite des Kopfes. Damit soll das Gewicht besser verteilt und damit eine bessere Balance erreicht werden. Ausserdem wird die Brille mehr wie ein Hut aufgesetzt statt mit einem Band angeschnallt.

Für die Immersion wurde das Sichtfeld vergrössert, was wohl einer der grössten Kritikpunkte der ersten Generation war. Verglichen mit der HoloLens 1 soll dieses 2.5 Mal grösser sein. Mit Vorsicht zu geniessen sind dabei die offiziellen Werbebilder, da diese meist nicht das effektive Sichtfeld der Brille zeigen, sondern mehr der Veranschaulichung dienen. Abbildung 7 zeigt einen Vergleich des Blickfeldes zwischen der HoloLens 1, einer Berechnung für HoloLens 2 und dem gezeigten Bild bei der Vorstellung.

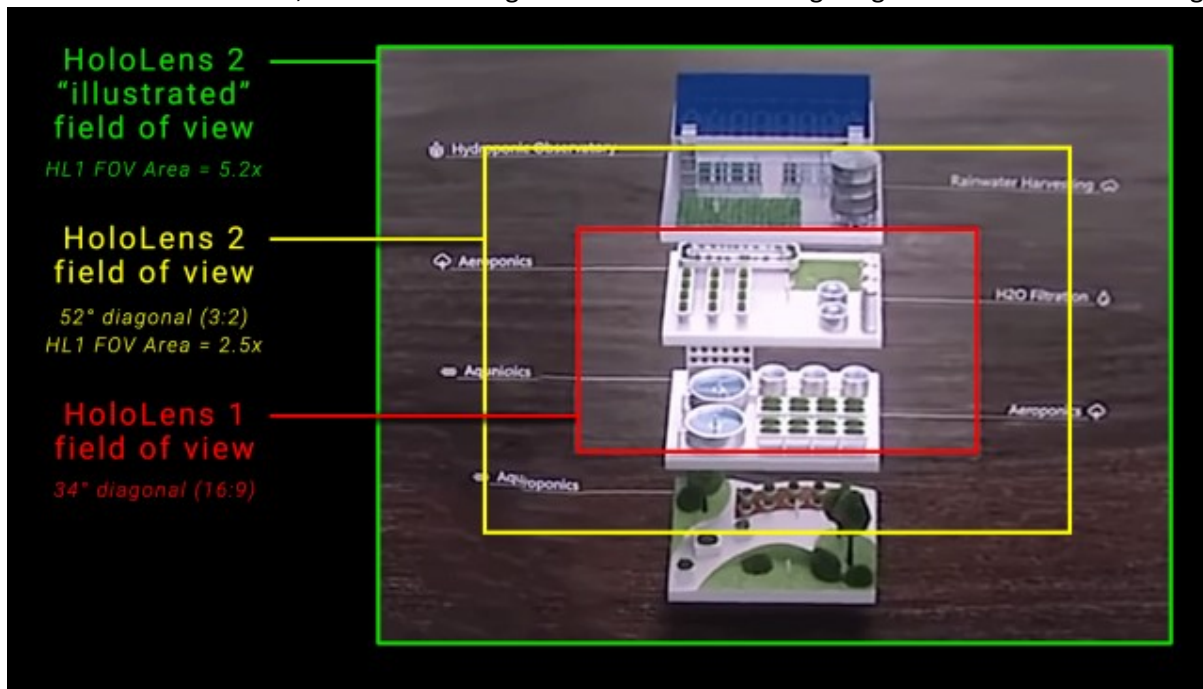


Abbildung 7 Vergleich Sichtfeld der HoloLens 1, 2 und Bildausschnitt auf der Präsentation ¹⁷

Nebst dem Sichtfeld wurden die HoloLens 2 um neue Sensoren zur Augen- und Kopfverfolgung erweitert. Ausserdem wird mit der neuen Generation unterstützt, dass direkt mit den Hologrammen interagiert werden kann, ohne dass ein Cursor und Klickgesten verwendet werden müssen.

¹⁶ «HoloLens 2—Overview, Features, and Specs | Microsoft HoloLens», zugegriffen 4. Juni 2019, <https://www.microsoft.com/en-us/hololens/hardware>.

¹⁷ Ben Lang, «Microsoft Significantly Misrepresented HoloLens 2's Field of View at Reveal», *Road to VR* (blog), 27. Februar 2019, <https://www.roadtovr.com/microsoft-significantly-misrepresented-hololens-2s-field-of-view-at-reveal/>.

Für den out-of-box value hat Microsoft diverse Dienste entwickelt, die beim verteilten Arbeiten oder Fernsupport helfen sollen und sich vorwiegend an Unternehmen richten. Diese können als Abonnement zusammen mit einer HoloLens 2 gemietet werden.

Aktuell werden Vorbestellung entgegengenommen. Mit der Auslieferung wird im Juni 2019 gerechnet.

5.1.3. Magic Leap One



Abbildung 8 Magic Leap 1 ¹⁸

Hersteller	Magic Leap
Produktseite	https://www.magicleap.com/magic-leap-one
Escheinungsdatum	August 2018
Betriebssystem	Lumin OS
CPU	NVIDIA Parker SOC mit NVIDIA Pascal GPU
RAM	8 GB
Speichergrösse	128 GB
Displaytechnologie	Farbdisplay beidseitig, Auflösung 720p
Field of View	50° ¹⁹
Audio	Spatial Audio Support
Sensoren	• Handverfolgung • Augenverfolgung • Kopfverfolgung
Anschlussmöglichkeiten	• USB C • Bluetooth 4.2 • WiFi 802.11ac/b/g/n
Eingabe	• Controller
Kabellos	Separate Recheneinheit
Gewicht	Light Wear: 300g ; Light Pack 420g

Tabelle 3 Übersicht Magic Leap. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: ^[20]

¹⁸ «Magic Leap One Repair», iFixit, zugegriffen 20. März 2019, https://www.ifixit.com/Device/Magic_Leap_One.

¹⁹ «Viewing Frustum & Clipping Plane - Learn | Magic Leap», zugegriffen 25. März 2019, <https://creator.magicleap.com/learn/guides/field-of-view>.

²⁰ «Magic Leap One: Creator Edition | Magic Leap», zugegriffen 25. März 2019, <https://www.magicleap.com/magic-leap-one>.

Die Magic Leap One ist das erste Produkt des Start Up Magic Leap und gehört zu den aktuell modernsten Geräten auf dem Markt. So bietet sie bereits eine Augenverfolgung und eine Handerkennung welche auch gewisse Handpositionen erkennen sowie die linke von der rechten Hand unterscheiden kann.

Das Field of View für Hologramme ist bei der Magic Leap One ebenfalls grösser als das der HoloLens 1, wobei die Immersion dadurch noch verstärkt wird, dass das generelle Sichtfeld eingeschränkt wird. Das wird in vielen Teilen auch noch durch die Software unterstützt, in dem Objekte langsam verschwinden, wenn sie an den Rand kommen. Die Hologramme selbst sind hingegen weniger scharf und das Display stärker abgedunkelt als bei der HoloLens 1.

Gemäss Magic Leap befindet sich ihre Brille aktuell in einer «qualified developer release» Phase. Das bedeutet, dass die Brille zwar bestellt werden kann, jedoch noch Feinschliffe an Software und Entwicklerumgebung sowie Unterlagen gemacht werden. Deshalb sind die Dokumentation sowie Beispiele zur Blickverfolgung erst im Verlauf dieser Arbeit veröffentlicht worden.

Ein Unterschied zur HoloLens ergibt sich auch darin, dass die Magic Leap nicht die gesamte Hardware in der Brille vereint. Stattdessen hat Sie eine per Kabel fest angeschlossene Recheneinheit, das sogenannte Light Pack.



Abbildung 9 Magic Leap Light Pack ²¹

Dieses kann entweder an den Gürtel oder an die Hosentasche angesteckt werden, wobei die beiden Teile sich nicht bewegen.

²¹ «Magic Leap's Biggest Problem May Not Be Legal Fights but a Major Battery Charging Issue», Next Reality, zugegriffen 26. März 2019, <https://magic-leap.reality.news/news/magic-leaps-biggest-problem-may-not-be-legal-fights-but-major-battery-charging-issue-0183269/>.

Bedient wird die Magic Leap One vorwiegend über den mitgelieferten Controller. Dieser verbindet sich kabellos mit der Brille. Er verfügt über ein Touchpad sowie 3 Knöpfe, wobei einer als Homebutton fungiert. Anwendungen können so umgesetzt werden, dass sie ausschliesslich mit Handgesten oder den Blick gesteuert werden. Für die Interaktion mit dem Betriebssystem hingegen ist zwingend der Controller notwendig.



Abbildung 10 Magic Leap Controller ²²

Zusätzlich bietet die Magic Leap One noch eine Smartphone App für Android und IOS. Über diese kann der Controller simuliert, Bilder und Videos direkt übertragen oder auch ein Live Stream angezeigt werden. Aktuell ist diese jedoch nur im U.S. App Store verfügbar.

Applikationen für die Magic Leap One können über Unity oder Unreal erstellt werden. Applikationen können über die Magic Leap World, dem AppStore für die Magic Leap One, direkt über die Brille installiert werden. Aktuell können jedoch nur Entwickler aus den USA Anwendungen einstellen. Alternativ können Anwendungen auch über den Entwicklermodus direkt auf das Gerät installiert werden.

Im Gegensatz zu der HoloLens richtet sich die Magic Leap One auch an normale Benutzer und nicht an hauptsächlich an Geschäftskunden. So sind diverse Spiele z.B. eine spezielle Version von Angry Birds vorinstalliert, sowie Programme für das Anschauen von Filmen und zu Chatten. Der Preis ist mit knapp 2300\$²³ für private Benutzer aktuell jedoch noch sehr hoch.

²² Adi Robertson, «I tried Magic Leap and saw a flawed glimpse of mixed reality's amazing potential», The Verge, 8. August 2018, <https://www.theverge.com/2018/8/8/17662040/magic-leap-one-creator-edition-preview-mixed-reality-glasses-launch>.

²³ «Magic Leap One Creator Edition | Magic Leap», zugegriffen 2. Juni 2019, <https://shop.magicleap.com/en/Categories/Devices/Magic-Leap-One-Creator-Edition/p/M9001>.

5.1.4. Vuzix Blade



Abbildung 11 Vuzix Blade ²⁴

Hersteller	Vuzix
Produktseite	https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses
Escheinungsdatum	November 2018
Betriebssystem	Vuzix BladeOS (Basierend auf Android 5.1 ²⁵)
CPU	Nicht spezifizierter Quadcore ARM
RAM	1 GB ²⁶
Speichergrösse	8GB (Erweiterbar über Micro SD)
Displaytechnologie	Einseitiges Farbdisplay, 480x853 Auflösung ²⁷
Field of View	19°
Audio	Bluetooth und Micro USB Kopfhöreranschluss
Sensoren	• Kamera • Head Motion Tracker • IMU
Anschlussmöglichkeiten	• Micro USB • Bluetooth (Version Unbekannt) • WiFi (unbekannte Bänder)

²⁴ «Vuzix Blade® | Augment Reality (AR) Smart Glasses for the Consumer», zugegriffen 20. März 2019, <https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses>.

²⁵ «Vuzix | View The Future», zugegriffen 28. März 2019, <https://www.vuzix.com/Developer/KnowledgeBase/Detail/1085>.

²⁶ «Vuzix | View The Future», zugegriffen 26. März 2019, <https://www.vuzix.com/Developer/KnowledgeBase/Detail/63>.

²⁷ «Vuzix Blade Smart Glasses Review: AR Fun Over Fashion», Tom's Hardware, 14. Februar 2019, <https://www.tomshardware.com/reviews/vuzix-blade-ar-smart-glasses-consumer,5667.html>.

Eingabe	• Touchpad • Stimme
Kabellos	Ja
Gewicht	93.6g

Tabelle 4 Übersicht Vuzix Blade. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: [28]

Die Vuzix Blade kommt einer normalen Brille bereits recht nahe. Sie sieht wie eine etwas dickere Sonnenbrille aus. Im Unterschied zu den anderen Modellen verfügt sie lediglich über ein Display im rechten Glas. Für Eingaben wurde ein Touchpad in den rechten Brillenbügel integriert. Dieses unterstützt nebst Wischgesten in horizontaler und vertikaler Richtung auch Tippgesten mit einer unterschiedlichen Anzahl Finger. So wird mit dem Tippen mit einem Finger ein Element ausgewählt oder ein Menu geöffnet über welches zurücknavigiert werden oder eine selbst definierte Aktion ausgeführt werden kann. Wenn man mit zwei Fingern tippt, navigiert man zurück. Bei einem Tippen und Halten mit zwei Fingern kommt man auf den Startbildschirm. Ausserdem steht eine Companion App für Android und IOS zur Verfügung, über welche zum Beispiel Datenübertragen oder die Vuzix Blade mit einem WLAN verbunden werden kann.

Das Betriebssystem Vuzix Blade OS basiert auf Android. Programme können dementsprechend mit Java oder Kotlin im Android Studio entwickelt werden. Zur Bereitstellung steht ein eigener App Store bereit, welcher über die Companion App auf dem Smartphone durchsucht werden kann. Alternativ können Anwendungen mit Hilfe des Entwicklermodus auch direkt auf ein Gerät gespielt werden.

Die bisherigen Produkte von Vuzix waren alle eher für Fernsupport oder Produktionsfirmen ausgelegt. Die Vuzix Blade ist das erste Produkt, welches sich direkt an Endkunden richtet. Leider fehlen aktuell noch viele Funktionen, welche für Endkunden einen Mehrwert bieten würden. Der Hersteller verspricht hier per Update weitere Funktionen nachzuliefern. Ebenso soll es in Zukunft möglich sein, mit den Objekten direkter zu interagieren als über den Touchscreen. Ein Zeitplan dafür wurde noch nicht angekündigt. Auch ein digitaler Sprachassistent auf Basis von Amazon Alexa wird in den Design Guidelines als bald verfügbar angegeben und ist in anderen Ländern auch bereits verfügbar. Fraglich ist, wann dies in der Schweiz der Fall sein wird.

²⁸ «Vuzix Blade® | Augment Reality (AR) Smart Glasses for the Consumer», zugegriffen 4. Juni 2019, <https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses>.

5.2. Personas

Bei Personas handelt es sich um einen fiktiven Charakter. Dieser verkörpert einen bestimmten Benutzertyp und hilft somit bei der Entwicklung von Benutzeroberflächen Wünsche, Ziele und Einschränkungen zu finden.



Abbildung 12 Persona Bild Beat Müller

Profil

Alter: 45

Technische Erfahrung: Mittel

Technische Affinität: Mittel

Beat Müller | Produktionsleiter

Beat kommt aus Deutschland und arbeitet seit 15 Jahren als Produktionsleiter bei der B. Braun. Seine grösste Aufgabe nebst dem Sicherstellen des laufenden Betriebes, ist die Produktionsstätte in Richtung umfassender Digitalisierung zu führen. Dafür müssen die bestehenden Anlagen laufend aufgerüstet werden. Ebenso müssen die Mitarbeiter für das Thema Digitalisierung sensibilisiert werden.

Ich brauche einen schnellen Überblick über die aktuellen Aufträge und ob es Handlungsbedarf bei einer Maschine gibt, so dass die knappen Zeitpläne eingehalten werden können

5.3. User Stories

User Stories sind kurze und einfache Beschreibungen einer Anforderung und sind jeweils aus der Sicht des Anwenders geschrieben. Sie sollen als Anregung und Grundlage für eine Diskussion über die gewünschte Funktionalität dienen.

Folgende Tabelle zeigt die wichtigsten User Stories für die oben aufgelisteten Personas.

Nr.	User Story
1	Als Produktionsleiter möchte ich die aktuellen Störmeldungen einer Produktionsanlage abrufen können, so dass Qualitätsprobleme früh proaktiv angegangen werden können.
2	Als Produktionsleiter, möchte ich aktuelle Aufträge einer Produktionsanlage sehen, so dass schnell geprüft werden kann, ob wir in der Zeit sind.
3	Als Produktionsleiter möchte ich Informationen zum aktuellen Auftrag einer Produktionslinie abfragen können, um den Status laufend überprüfen zu können.

Tabelle 5 User Stories

5.4. Vuzix Blade

5.4.1. Prototyp

Der Vuzix Blade Prototyp wurde mit dem Android Studio in Version 3.4 sowie der Programmiersprache Kotlin umgesetzt. Vuzix stellt Bibliotheken zur Verfügung, über welche Vuzix Blade spezifische Funktionen wie die Aktionsbar sowie das Vuzix Blade spezifische Farbschema umgesetzt werden können. Bei beiden wurde die Version 1.1 verwendet, welche zum Zeitpunkt die Aktuellste war. Eingebunden werden diese über Gradle.

Der Fokus bei der Umsetzung lag auf User Story 1. Dafür wurde als erstes ein Widget implementiert, welches einen schnellen Überblick gibt, ob Fehler, Warnungen oder Informationen verfügbar sind.

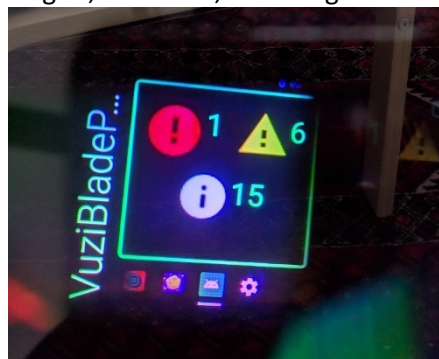


Abbildung 13 Vuzix Blade Widget

Mit einem einfachen antippen wird die Applikation geöffnet und das Hauptmenü öffnet sich. Hier kann über vertikales Wischen eine Kategorie ausgewählt werden. Alternativ kann auch ein QR Code gescannt werden, um zur Übersicht einer einzelnen Maschine zu kommen.

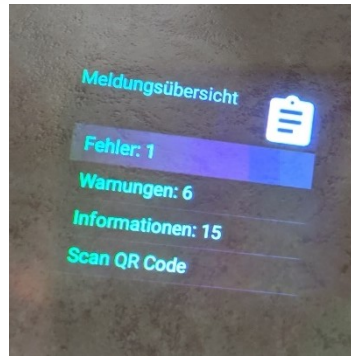


Abbildung 14 Hauptmenü

Für Listen wurde das Standardelement von Android verwendet. Dieses bietet eine sehr hohe Informationsdichte und nutzt somit den kleinen Platz gut aus.

Als Alternative wurde evaluiert, ob verschiedene Seiten erstellt werden sollen, zu welchen mit einer horizontalen Wischgeste navigiert werden kann. Das reduzierte jedoch die Übersichtlichkeit bedeutend und enthielt weniger Informationen auf derselben Fläche. Daher wurde dieses Konzept verworfen.

Ebenfalls wurde evaluiert, ob es über die ActionBar gelöst werden kann, so wie an diversen Stellen im Betriebssystem selbst. Jedoch wird da der Platz ebenfalls nicht ideal genutzt. Zudem wird dieses Menü statisch generiert und kann daher nicht überall verwendet werden. Damit wäre die Navigation inkonsistent.

Da die Liste das einfache Tippen zum Auswählen des aktuell selektierten Eintrages nutzt, ist hier die Aktionsbar nicht verfügbar.

Um die Übersicht in der Applikation zu verbessern, wurde auf den Seiten jeweils noch ein Symbol in der rechten oberen Ecke eingefügt.

Wenn einer der Meldungstypen ausgewählt wird, führt das zu einer Liste mit allen Nachrichten von diesem Typ.

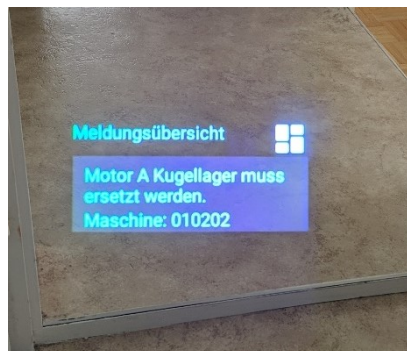


Abbildung 15 Liste mit allen Fehlern

Wenn eine solche angewählt wird, wird die Nachricht geöffnet.

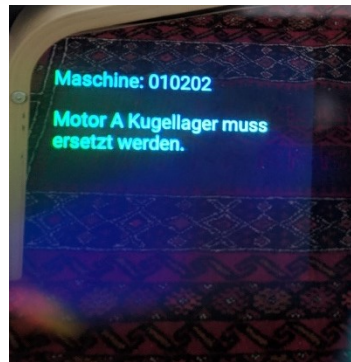


Abbildung 16 Geöffnete Fehlermeldung

Über das Scannen eines Barcodes kommt man zu einer eigenen Meldungsübersicht für die ausgewählte Maschine. Der Ablauf von hier aus ist identisch mit dem obigen, jedoch sind die Nachrichten auf die gewählte Maschine gefiltert.

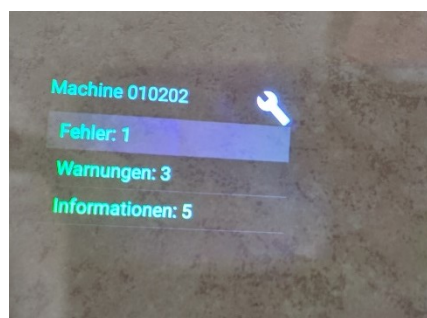


Abbildung 17 Meldungsübersicht für eine Maschine

5.4.2. Auswertung

Die Benutzertests mit der Vuzix Blade wurden mit sechs verschiedenen Testern im Alter zwischen 29 und 64 durchgeführt. Es wurden insgesamt zwei Iterationen des Prototypen getestet.

Die Rückmeldung zur Vuzix Blade fielen eher negativ aus. Es gab Benutzer, die den Tragekomfort als angenehm und leicht empfunden haben. Ebenso fanden die meisten die Displayqualität gut. Jedoch empfanden viele der Tester die Brille als zu eng, respektive hatten das Problem, dass die Bügel an den Ohren einschnitten.

Als generell gewöhnungsbedürftig wurde eingestuft, dass das Display nur einseitig ist. Viele gaben an, dass es schwierig ist, den Blick korrekt auf die Anzeige zu fokussieren. Und auch die Bedienung über das im rechten Seitenbügel integrierte Touchpad wurde von den Testbenutzern als umständlich und wenig intuitiv eingestuft.

Auffällig war, dass viele Brillenträger die Einschränkung des Sichtfeldes durch die Vuzix Blade stark moniert haben. Auf der anderen Seite fiel dies Nicht-Brillenträger nicht negativ auf. Bei allen Testern viel jedoch auf, dass das Display etwas abgedunkelt ist.

Die zentrale Frage, welche sich für die Vuzix Blade stellte und welche auch von den Testern häufig gestellt wurde, ist die des Mehrwertes. So haben Tester explizit gesagt, dass Sie lieber mit einem Tablet oder einem Smartphone unterwegs wären als mit einem Gerät wie der Vuzix Blade. Gerade auch im Vergleich zu einer Smartwatch muss sich diese Frage gestellt werden. Diese bieten ähnliche Interaktionsformen und eine vergleichbare Informationsdichte bei einem kleineren Preis und weniger Umgewöhnung. Da diese nicht im Gesicht getragen werden, ist auch zu erwarten, dass die Akzeptanz grösser ist.

Auch bei der Frage der Tauglichkeit für einen Produktions- oder Logistikbetrieb gibt es bei der Vuzix Blade mehrere kritische Punkte. So müssen Brillenträger entweder Kontaktlinsen tragen oder spezielle, korrigierte Gläser haben. Bei korrigierten Gläsern ist es jedoch nicht mehr möglich, die gleiche Brille mit anderen Mitarbeitern zu teilen. Durch die abgedunkelten Gläser ist sie ausserdem nur für sehr helle Arbeitsumgebungen geeignet und könnte in anderen Umgebungen wie einem Treppenhaus sogar zu einem Sicherheitsrisiko werden.

Beim Entwickeln des Prototyps mit der Vuzix Blade stellte sich heraus, dass das Betriebssystem und die bereitgestellten Unterlagen noch nicht sehr ausgereiften sind. Viele der Beispiele waren über ein Jahr alt und deckten nur sehr Grundlegendes ab.

Die von Vuzix bereitgestellten Bibliotheken unterstützen aktuell nur die Activity von Android, nicht aber die AppCompatActivity aus den Android Support Packages. Damit können viele Android Bibliotheken nicht verwendet werden. Es wurde versucht die relevanten Teile durch eigene Implementierungen zu ersetzen. Da jedoch die Sichtbarkeit der meisten Klassen auf die Bibliothek selbst beschränkt sind, war dies nicht möglich. Insofern müsste komplett auf den Einsatz verzichtet und die bereitgestellte Logik selbst implementiert werden. Davon wurde in dieser Arbeit abgesehen. Während der Entwicklung und der Benutzertests kam es ausserdem vereinzelt vor, dass sich das Gerät eigenständig neugestartet hat.

5.5. Magic Leap One

5.5.1. Prototyp

Magic Leap bietet offiziellen Support für Unity als auch für Unreal bei der Entwicklung von Applikationen für LuminOS. Der Prototyp wurde mit Unity umgesetzt, da es aktuell am meisten AR-Geräte unterstützt.

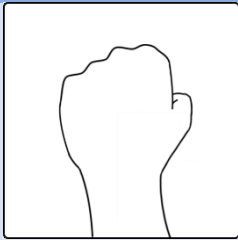
Nebst Assets, die Magic Leap über den Package Manager zur Verfügung stellt, können die Entwicklungstools aus dem Lumin SDK direkt in Unity integriert werden. So kann zum schnellen Austesten der Play Mode verwendet und Änderungen direkt auf dem Gerät oder einem Simulator ausgeführt werden. Um die Integration nutzen zu können, wird Version 2019.1 von Unity benötigt. Diese ist zum Zeitpunkt dieser Arbeit in einer Beta Version. Beim Lumin SDK wurde die Version 0.20 verwendet, welche zum aktuellen Zeitpunkt die aktuelle ist.

Die Magic Leap One bietet drei Interaktionsmöglichkeiten:

1. Der Magic Leap Controller
2. Blickerkennung
3. Handerkennung

Aufgrund der Aufgabenstellung wurde der Controller im Prototyp selbst nicht berücksichtigt und versucht, die Interaktion so zu gestalten, dass die Hände frei sind.

Es werden drei Handgesten unterstützt. Diese werden über die Handerkennung des Lumin SDK's abgefragt.

Handposition	Beschreibung
 <i>Abbildung 18 Faust Handgeste</i> ²⁹	Aktiviert die Kamera, so dass Aufnahmen gemacht werden können.

²⁹ «Hand Tracking | Magic Leap», zugegriffen 28. Mai 2019, <https://creator.magicleap.com/learn/guides/lumin-sdk-handtracking>.

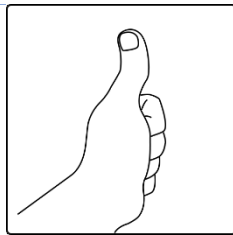


Abbildung 19 Daumen-Hoch Handgeste³⁰

Löst die Kamera aus und sucht im Bild nach einem QR Code. Wenn einer gefunden wurde, wird der Name der Maschine ausgelesen und als Titel über dem Hauptmenu gesetzt. Das Menü wird angezeigt und die Kamera deaktiviert.

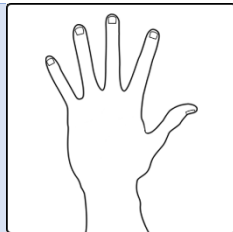


Abbildung 20 Handrücken Handgeste³¹

Deaktiviert das Menü.

Tabelle 6 Unterstützte Handpositionen

Über die Handsteuerung wird die Kamera aktiviert und ein QR Code gelesen. Dieser wird dazu verwendet werden, der Applikation mitzuteilen, zu welcher Maschine Informationen angezeigt werden sollen. Da in diesem Prototyp die angezeigten Informationen statisch sind und nicht von einem Backend geladen werden, wird lediglich der Maschinennamen über den QR Code übergeben. Dieser wird dann als Titel des Hauptmenu gesetzt.

Sobald der QR Code erkannt und gelesen wurde, wird das Hauptmenü der Applikation angezeigt. Dieses wird jeweils auf Augenhöhe des Benutzers in einem fixen Abstand geöffnet. Zudem richtet es sich bei Bewegungen jeweils in Richtung des Benutzers aus.

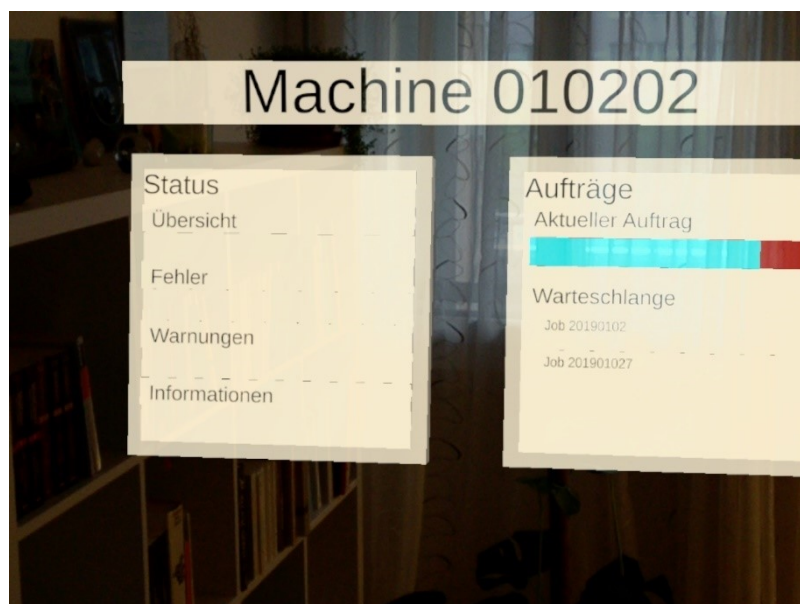


Abbildung 21 Hauptmenü der Applikation

Im Hauptmenü können durch Anschauen der Menüpunkte weitere Informationen angezeigt werden. Diese werden in einem eigenen Fenster links und rechts des Hauptmenüs angezeigt.

³⁰ «Hand Tracking | Magic Leap».

³¹ «Hand Tracking | Magic Leap».

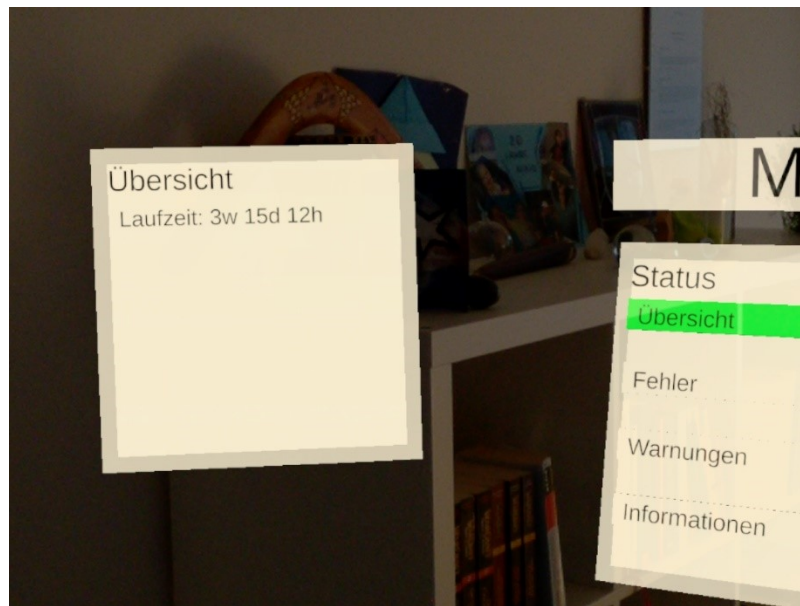


Abbildung 22 Geöffnetes Informationsfenster

Es wurde ebenfalls getestet, die Fenster vor dem Hauptmenü zu öffnen. Jedoch zeigte sich, dass diese bei der Bedienung in den Weg kommen. Ausserdem müssten damit Fenster vermehrt geschlossen und wieder geöffnet werden, da sowohl Menüs vom Statusmenü als auch von der Auftragsübersicht am selben Ort geöffnet werden. Dazu kam, dass es Situationen gab, in welchem das sich öffnende Fenster hinter dem Hauptmenü geöffnet wurde oder je nach Ausrichtung von diesem teilweise darin war.

Geschlossen werden die offenen Informationsfenster, indem man den Blick auf eine leere Stelle oder ein neuen Menüpunkt lenkt. Wird der Rahmen um die Menüpunkte oder das Informationsfenster selbst angeschaut, bleibt das aktuelle Fenster offen.

Bei den Benutzertests war eine häufige Rückmeldung, dass die Interaktion vor allem auf Grund von unerwartet schliessenden Fenstern zu nervös ist. Um das unerwartet schliessen von Fenstern zu reduzieren, wurde die Erkennung verbessert, auf welches Objekt der Blick des Benutzers aktuell gelenkt ist. Dafür wurden Collider von Unity verwendet, statt wie anfangs die Position der Objekte. Ausserdem wurde mit Unity Tags ein Lesebereich definiert. Wenn ein Blick diesen trifft, bleibt das aktuelle Fenster ebenfalls offen. Bei Blicken an eine leere Stelle wurde umgesetzt, dass das aktuell offene Fenster erst mit einer Verzögerung geschlossen wird.

Zu guter Letzt wurde versucht, mit einem Rand um den Inhalt einerseits etwas Abstand zu schaffen und damit einzelne Blicke am Fenster vorbei zu verhindern oder zu verringern. Andererseits wird damit der Blick besser auf den Inhalt geleitet.

Farblich wurde ein heller Hintergrund mit einer dunklen Schrift gewählt, um die Lesbarkeit in hellen Umgebungen zu erhöhen.

5.5.2. Alternative Bedienkonzepte

Als Alternative zur Steuerung über den Blick wurde ein Konzept erstellt, um mit Objekten mittels Berührung zu interagieren. Um die Möglichkeiten zu testen, wurde ein einfaches Beispiel umgesetzt. Zwar bietet das Lumin SDK APIs an, um die Position eines einzelnen Fingers auszulesen. Jedoch zeigte sich, dass dies häufig nur ungenau funktionierte. Ebenso ist es stark vom Winkel abhängig und gerade bei Objekten auf Kopfhöhe unzuverlässig.

Magic Leap löst dies in den vorinstallierten Applikationen über den Controller, da die Position von diesem vom System genauer ermittelt werden kann. Voraussetzung dafür ist, dass das Magnetfeld nicht gestört ist. Aufgrund der Aufgabenstellung wurde eine solche Steuerung über den Controller nicht als zielführend eingestuft. Daher wurde dieses Bedienungskonzept nicht weiterverfolgt.

5.5.3. Benachrichtigung

Nebst der Darstellung der Maschineninformationen wurde ein Konzept entwickelt, um Benutzer zu benachrichtigen. Dabei wird ein Benachrichtigungssymbol am Rand des Sichtfeldes angezeigt.

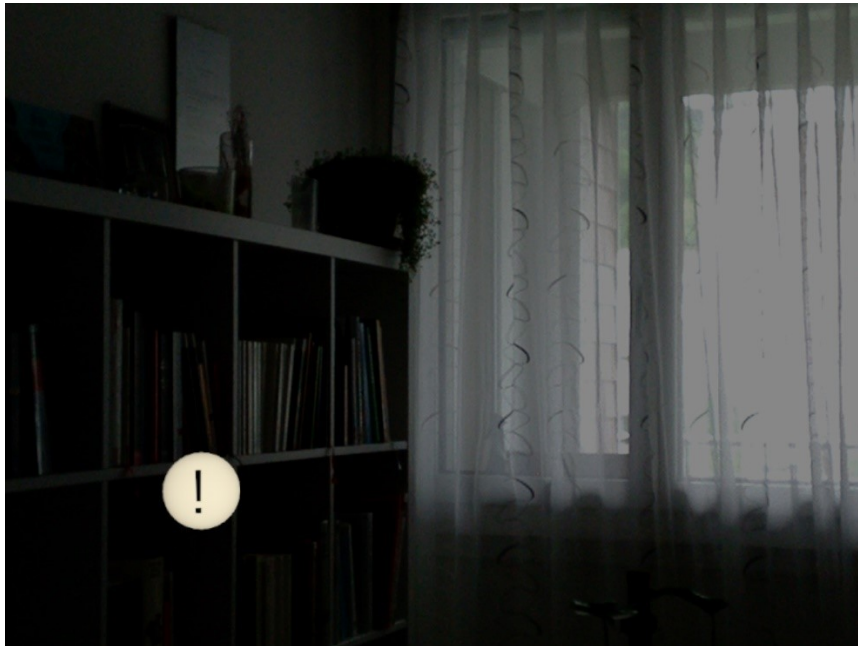


Abbildung 23 Benachrichtigungssymbol

Die Nachricht wird ebenfalls angezeigt, sobald das Symbol angeklickt wird.

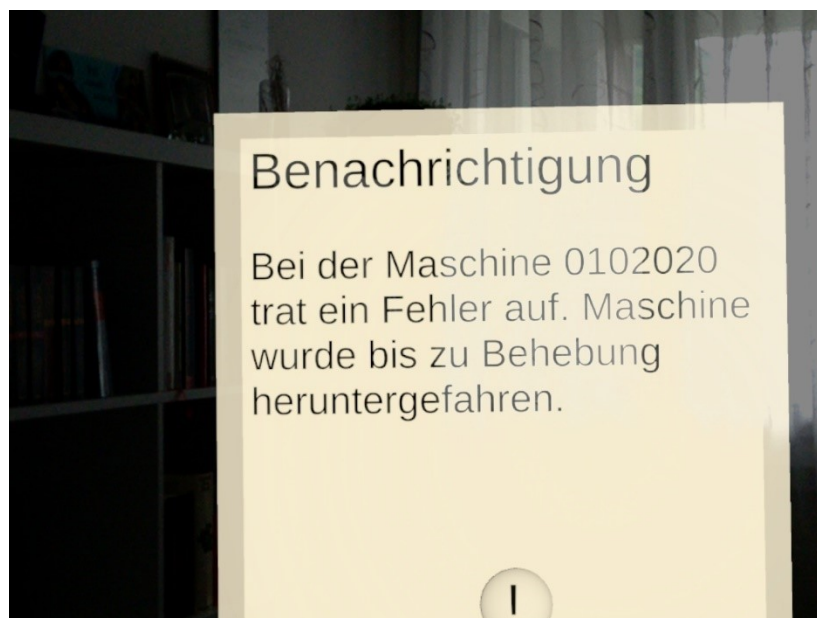


Abbildung 24 Geöffnetes Benachrichtigungsfenster

5.5.4. Auswertung

Die Tests für die Magic Leap wurden mit insgesamt 7 Testern zwischen 27 und 64 durchgeführt. Mit einer Testperson konnten mehrere Iterationen getestet werden. Insgesamt gab es drei Iterationen des Prototyps.

Die Benutzertests haben gezeigt, dass die meisten Teilnehmer eine Steuerung per Blick grundsätzlich als angenehm empfinden. Dabei muss vor allem mit schnellen Bewegungen oder schnell ändernden Markierungen aufgepasst werden. Dies wurde von Teilnehmern sehr schnell als unangenehm bis zu schmerzhaft für die Augen wahrgenommen. Die Design Guidelines von Magic Leap empfehlen hierzu: *“Perception of motion in spatial computing differs from traditional mediums; moving objects tend to be more difficult to follow. Consider slowing down the pacing of your animation to allow the user to better read motion and follow your story.”*³²

Mit der Änderung, dass das Informationsfenster neben dem Hauptmenü und nicht mehr davor geöffnet wird, ergab sich das Problem, dass Nutzer teilweise nicht mehr gesehen haben, dass dieses da ist. Hier kam auch erstmals die Rückmeldung, dass der Bereich, in welchem Hologramme angezeigt werden, zu klein ist. Als Lösungsansatz wurde überlegt, ob eine Animation eingebaut werden soll, mit welcher das Fenster sich seitwärts vergrössert. Dies könnte jedoch wieder zu einer hektischeren Bedienung führen. Magic Leap empfiehlt die Nutzung von Particle Trails: *“Using “bread crumb” type effects, such as particle trails, is a great way to help your user track objects.”*³³ Aus zeitlichen Gründen wurde dies nicht mehr umgesetzt.

Nicht eindeutig ist die Erkenntnis dazu, wie genau der Blick des Benutzers erkannt wird. Essenziell ist, dass die Brille neu kalibriert wird, wenn der Benutzer wechselt. Dies ist unkompliziert und ist in wenigen Minuten durchgeführt. Zu beachten ist, dass die Kalibrierung Probleme haben kann, wenn in eine Lichtquelle geschaut wird. So schlug diese in mehreren Fällen fehl, wenn in Richtung eines hellen Fensters geschaut wurde.

Bei der Entwicklung wurde die Erkennung als gut und zuverlässig wahrgenommen, vorausgesetzt die Kalibrierung ist durchgeführt worden. Diverse Testbenutzer gaben jedoch auch nach der Kalibrierung an, dass die Erkennung nur ungenau ist und häufig ein anderer Menüpunkt ausgewählt wird. Eine mögliche Erklärung ist, dass es eine gewisse Eingewöhnung und einen fokussierten Blick benötigt. Insofern ist anzunehmen, dass die Zeit des Benutzertestes zu kurz war, dass die Testperson sich komplett daran gewöhnen konnte.

Die Brille selbst wurde von den Testern als angenehm und bequem empfunden. Aufgrund des Gewichtes sah es jedoch keiner der Tester als realistisch an, diese einen ganzen Tag zu tragen. Zudem bemerkten die meisten Tester, dass die Brille schnell sehr warm wird, was mit der Zeit unangenehm wurde. Mit einer durchschnittlichen Akkulaufzeit von 3 Stunden müssten für einen ganztägigen Einsatz ausserdem mehrere Brillen abwechselnd eingesetzt werden. Zudem gab es Rückmeldungen von Benutzern, dass sie die Brille zum Laufen abziehen und nur für spezifische Tasks anziehen würden. Als Grund wurden das einerseits sehr stark eingeschränkten Sichtfeld und andererseits die stark abgedunkelten Gläser angegeben. Beide Punkte sind auf Designentscheide von Magic Leap zurückzuführen, welche die Immersion verbessern sollen, sowie um Einschränkungen wie das beschränkte Feld für Hologramme zu kaschieren.

Aus der Rückmeldung, dass Benutzer die Brille zum Laufen lieber abnehmen würden, ergibt sich ein Problem für Brillenträger. Wie bei der Vuzix Blade kann unter der Magic Leap One keine Brille mehr

³² «Art & Animation | Magic Leap», zugegriffen 28. Mai 2019, <https://creator.magicleap.com/learn/guides/bp-for-art-and-animation>.

³³ «Art & Animation | Magic Leap».

getragen werden. Es gibt korrigierte Brilleneinsätze, womit die Brille jedoch wieder personalisiert ist und nicht weiterverwendet werden kann. Zudem kann ein Mitarbeiter oder eine Mitarbeiterin, welche auf eine Brille angewiesen ist, die Magic Leap One nicht mehr einfach ausziehen ohne eine andere Brille mit korrigierten Gläsern dabei zu haben was aufgrund der Kleidervorschriften im Reinraum unpraktikabel ist.

Eine weitere potenzielle Einschränkung kommt mit dem Aufziehmechanismus, um die Brille dem Kopf anzupassen. Dafür werden zwei Hände benötigt und der Nutzer muss diese über den Kopf heben können. Eine Testperson, mit einer körperlichen Einschränkung, wie z.B. eine Nackenverletzung oder verringerte Schultermobilität, könnte die Brille daher nicht selbstständig anziehen.



Abbildung 25 Aufziehmechanismus zur Anpassung der Grösse ³⁴

Für den Einsatz in einem Logistik- oder Produktionsbetrieb problematisch ist, dass die Interaktion mit dem Betriebssystem LuminOS nur mit dem Controller möglich ist. Die Applikation kann zwar so geschrieben werden, dass diese den Controller nicht benötigt. Jedoch muss damit im Falle eines Problems immer zuerst zurück gegangen werden. Auch ist ein Benutzerwechsel so nicht ohne weiteres möglich, da ohne Controller die Kalibrierung nicht gestartet werden kann. Das Mitführen des Controllers wird aufgrund der Kleidervorschriften als unpraktikabel angesehen.

³⁴ Matthias Bastian, «Magic Leap zeigt Lightwear-Brille erstmals im Detail», *News zu VR, AR und KI | Into Mixed Reality* (blog), 7. Juni 2018, <https://mixed.de/magic-leap-zeigt-lightwear-brille-erstmals-im-detail/>.

Dieses Problem wird noch dadurch verstärkt, dass sich die Recheneinheit in einem separaten, per Kabel verbundenen Teil, befindet. Gedacht ist, dass dieses an einen Gürtel oder eine Hosentasche angehängt werden kann.



Abbildung 26 Light Pack wenn an einer Hosentasche angesteckt ³⁵

Da beim Auftraggeber aufgrund der Kleidervorschriften Overalls getragen werden müssen, ist dies hier keine Option. Als Alternative gibt es von Magic Leap einen Schultergurt mit welchem das Light Pack um die Schulter getragen werden kann.



Abbildung 27 Magic Leap Schultergürtel ³⁶

Die Gefahr hier ist, dass das Light Pack bei der Arbeit verrutscht und in den Weg kommt. Zudem ist das Kabel hinten frei was ein Sicherheitsrisiko ist. Insbesondere, da das Kabel eher steif ist und so abstehen kann. Zudem wurde von Testern gemeldet, dass das Kabel schnell in den Weg kommt, wenn das Light Pack seitlich an der Hosentasche oder dem Gurt montiert wird. Dies könnte auch beim Schultergurt ein Problem werden.

Die Alternative ist, dass der Schultergurt mit dem Light Pack unter dem Arbeitsoverall getragen wird. Hier könnte es jedoch zu Problemen mit der Kühlung und schlussendlich zur Überhitzung des Light Packs kommen.

³⁵ Abner Li, «Google-Backed Magic Leap Unveils Its First Augmented Reality Headset, Shipping in 2018», *9to5Google* (blog), 20. Dezember 2017, <https://9to5google.com/2017/12/20/magic-leap-announcement/>.

³⁶ Skarredghost, «Magic Leap on Sale Starting from \$2295, Ships Only in the US», *The Ghost Howls* (blog), 8. August 2018, <https://skarredghost.com/2018/08/08/magic-leap-on-sale-starting-from-2295-ships-only-in-the-us/>.

Beim Controller ist ebenfalls kritisch, dass dieser magnetisch arbeitet und durch andere Magnete oder grosse Metallobjekte in der Nähe gestört werden kann. So wurden während der Arbeit mehrfach Probleme festgestellt, wenn der Controller zu nahe am Notebook lag.

6. Evaluation und Validation

Eine grosse Einschränkung im Bereich Augmented Reality ist die aktuell verfügbare Hardware. Insbesondere die Grösse sowie das Field of View haben einen grossen negativen Einfluss auf die möglichen Einsatzszenarien. Hier ist zu erwarten, dass kommende Gerätegenerationen grosse Fortschritte machen werden. Bis dahin muss vor allem bei der Software darauf geachtet werden, dass die Einschränkungen mit einer guten Nutzerführung soweit als möglich abgeschwächt werden. Magic Leap hat in ihren Applikationen gute Beispiele geliefert, wie so etwas umgesetzt werden kann.

Die Prototypen haben aufgezeigt, dass Augmented Reality aktuell nicht geeignet ist für einen ganztägigen Einsatz. Zwar gibt es mit Geräten wie der Vuzix Blade durchaus Produkte, welche einen Tag lang getragen werden könnten. Diese bieten aktuell jedoch zu wenig Mehrwert für die Einschränkungen und die notwendige Umgewöhnung, welche diese mit sich bringen. Dies wird dadurch noch verstärkt, dass die Brillen direkt im Gesicht getragen werden, anstatt wie bei einer Smartwatch am Handgelenk. Das macht es für die meisten Benutzer unangenehmer. Im Gespräch mit dem Auftraggeber bei der Präsentation der Prototypen, wurde auch bestätigt, dass mit dem aktuellen Nutzen die Akzeptanz einer solchen Brille bei der täglichen Arbeit nach nicht gegeben wäre.

Mit den umgesetzten Prototypen konnte gezeigt werden, dass eine Blicksteuerung viel Potenzial hat. Bei der Gestaltung der Oberfläche sowie der Benutzerführung muss dabei darauf geachtet werden, wie der Konflikt zwischen etwas anschauen und dem Ausführen einer Aktion aufgelöst wird. Hierzu gibt es aktuell noch keine universelle Lösung, die für die Mehrheit der Anwendungen funktioniert.

Das Ziel, beim Auftraggeber eine Übersicht über die aktuellen Möglichkeiten und Einschränkungen von Augmented Reality zu geben, wurde erreicht.

7. Ausblick

In dieser Arbeit wurden verschiedene Prototypen umgesetzt und mit Benutzern getestet. Mit einzelnen Testpersonen konnte über mehrere Iterationen Tests wiederholt und die Rückmeldungen direkt validiert werden. Nicht optimal war, dass die meisten der Testbenutzer keine Erfahrung im Produktions- oder Logistikbereich hatten. Zudem verfügten die wenigsten Benutzer über Erfahrung im Zusammenhang mit Augmented Reality. Dies macht es einerseits schwierig den Fokus auf die Fragestellung zu lenken. Andererseits deckte dies einige Probleme auf, die mit geübten Benutzern vermutlich nicht entdeckt worden wären.

Nebst den evaluierten Einsatzszenarien gibt es Anwendungen, für welche die aktuelle Hardware besser geeignet sein könnte. So wurde mit dem Auftraggeber bereits die Idee besprochen, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit Hilfe einer Brille bei der Produktkontrolle zu unterstützen. Das könnte in Form eines Assistenten sein, welcher Schritt-für-Schritt durch die Kontrolle führt und die kritischen Stellen visuell hervorhebt.

Der grosse Unterschied zu den evaluierten Einsatzszenarien ist, dass eine Produktkontrolle nur während einem begrenzten Zeitraum und stationär an einem Arbeitsplatz durchgeführt wird. Daher ist anzunehmen, dass die Einschränkungen der Hardware weniger stark ins Gewicht fallen. Die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit einer solchen Anwendung, könnte mit einer nächsten Arbeit untersucht werden.

In der am 30. Mai 2019 veröffentlichten Version 0.96.0 von LuminOS wurde gemäss Release Notes die Handerkennung verbessert ³⁷. So unterstützt das Betriebssystem nun die Erkennung aller 5 Finger. Wie sich herausstellte war das in der Version 0.95, welche für diese Arbeit verwendet wurde, zwar im dazugehörigen SDK 0.20 enthalten, jedoch vom Betriebssystem so noch nicht unterstützt. Damit scheint es sinnvoll, eine Bedienung über das Berühren der Objekte nochmals zu evaluieren.

Bei der Hardware ist die HoloLens 2 eines der am meisten erwarteten Geräte. Für diese hat Microsoft nebst einer Blickverfolgung auch umfangreiche Unterstützung von Handgesten angekündigt. Damit soll es möglich sein, dass direkt über die Hände mit den Hologrammen interagiert und beispielsweise ein Knopf gedrückt oder ein Objekt aufgehoben und weggetragen werden kann. Sollte diese Erkennung zuverlässig funktionieren, würde sich damit die Möglichkeit ergeben, klassische Desktop Applikationen auf der HoloLens 2 über eine vertraute, Touch ähnlichen Bedienung zu steuern.

In dieser Arbeit wurde ausschliesslich untersucht, wie Daten angezeigt und mit ihnen interagiert werden kann. In einem weiterführenden Projekt, könnte untersucht werden, wie eine Augmented Reality Brille in das bestehende Gesamtsystem eines Unternehmens integriert werden kann.

³⁷ «Lumin OS 0.96.0 Release Notes | Magic Leap», zugegriffen 4. Juni 2019, <https://creator.magicleap.com/learn/guides/lumin-os-0-96-0-release-notes>.

Glossar

Begriff	Beschreibung
Virtual Reality	Eine komplett virtuelle Welt ohne Interaktion zur realen Welt des Benutzers.
Augmented Reality	Das darstellen von virtuellen Objekten über der realen Welt.
Spatial Computing	Augmented Reality, welche nicht nur als Overlay über die reale Welt funktioniert, sondern auch mit dieser interagiert.
AR	Augmented Reality
Field of View	Beschreibt bei Augmented Reality den Bereich in welchem das Gerät Hologramme anzeigen kann.
KPI	Key Performance Indicator. Ein messbarer Wert um auswerten zu können ob ein gestecktes Ziel erreicht wurde.
Visual Studio	IDE von Microsoft für die Entwicklung von Programmen unter anderem mit C#.
Android Studio	IDE auf Basis von JetBrains IntelliJ zum Entwickeln von Android Applikationen.
Unity	Plattform des gleichnamigen Unternehmens zum Entwickeln von Plattformübergreifenden 2D und 3D Spielen in C#. Kommt bei AR häufig zur Entwicklung von 3D Applikationen zum Einsatz.
Unreal Engine	Plattform von Epic Games zum Entwickeln von 3D Spielen mit C++. Kommt bei AR häufig zur Entwicklung von 3D Applikationen zum Einsatz.
Java	Objektorientierte Allzweck – Programmiersprache. Diese wird unter anderem zum Entwickeln von Android Applikationen eingesetzt.
Kotlin	Objektorientierte Allzweck – Programmiersprache. Sie ist kompatibel zu Java und ist die empfohlene Programmiersprache zum Entwickeln von Android Applikationen.
C#	Objektorientierte Allzweck – Programmiersprache.
Amazon Alexa	Digitaler Sprachassistent von Amazon.
Industrie 4.0	Bezeichnung für die umfassende Digitalisierung von Industriebetrieben.
Play Mode	Im Unity Play Mode kann das aktuelle Programm schnell ausgeführt und ausprobiert werden, ohne dass das ganze Programm erstellt und verteilt werden muss. Dabei stehen nicht alle API's zur Verfügung.
API	Application Programming Interface; eine Schnittstelle zur Entwicklung von Software
Gradle	Ein auf Java basierendes Build-Management-Automatisierungs-Tool. Bei der Android Entwicklung werden über dieses Abhängigkeiten zu anderen Bibliotheken verwaltet.
Unity Collider	Ermöglichen die Abfrage nach physikalischen Kollisionen in Unity.
Unity Tag	Ermöglicht das Zusammenfassen von Objekten in Gruppen.
Activity	Eine Activity stellt in der Android Entwicklung die Basisklasse für einen einzelnen Bildschirm dar. Sie bietet diverse Funktionalität zum darstellen Inhalten.
AppCompatActivity	Die Basisklasse für einen einzelnen Bildschirm aus dem Android Support Package.
Support Package	Über Support Packages werden bei der Entwicklung für Android Komponenten aus neueren Betriebssystemversionen für ältere zurückportiert.

Literaturverzeichnis

- «Art & Animation | Magic Leap». Zugegriffen 28. Mai 2019.
<https://creator.magicleap.com/learn/guides/bp-for-art-and-animation>.
- Bastian, Matthias. «Magic Leap zeigt Lightwear-Brille erstmals im Detail». *News zu VR, AR und KI | Into Mixed Reality* (blog), 7. Juni 2018. <https://mixed.de/magic-leap-zeigt-lightwear-brille-erstmals-im-detail/>.
- Business, Rachel Metz, CNN. «Toyota is using Microsoft's HoloLens to build cars faster». CNN. Zugegriffen 15. März 2019. <https://www.cnn.com/2018/11/16/tech/toyota-hololens/index.html>.
- Ergürel, Deniz. «15 amazing HoloLens projects that show how computers can change in a few years». Haptical, 27. Juni 2016. <https://haptic.al/hat-is-hololens-mixed-reality-c01198c5bbb>.
- «Hand Tracking | Magic Leap». Zugegriffen 28. Mai 2019.
<https://creator.magicleap.com/learn/guides/lumin-sdk-handtracking>.
- «HoloLens 2—Overview, Features, and Specs | Microsoft HoloLens». Zugegriffen 4. Juni 2019.
<https://www.microsoft.com/en-us/hololens/hardware>.
- Huculak, Mauro. «Microsoft HoloLens 2: Tech Specs and Details You Need to Know • Pureinfotech». *Pureinfotech • Windows 10 Tips, One Step at a Time* (blog), 25. Februar 2019.
<https://pureinfotech.com/microsoft-hololens-2-tech-specs/>.
- Kipman, Alex. «No Secrets... See <https://www.wired.com/story/microsoft-hololens-2-headset/> ... - The First HoloLens Had a 34-Degree Diagonal FOV; the New Headset's Field of View ... 52-Degree Diagonal Field of View. More than 2x Is Area and Most of the Growth Is Vertical (No Longer 16:9)». Tweet. @akipman (blog), 25. Februar 2019.
<https://twitter.com/akipman/status/1100069645661495298>.
- Lang, Ben. «Microsoft Significantly Misrepresented HoloLens 2's Field of View at Reveal». *Road to VR* (blog), 27. Februar 2019. <https://www.roadtovr.com/microsoft-significantly-misrepresented-hololens-2s-field-of-view-at-reveal/>.
- Li, Abner. «Google-Backed Magic Leap Unveils Its First Augmented Reality Headset, Shipping in 2018». *9to5Google* (blog), 20. Dezember 2017. <https://9to5google.com/2017/12/20/magic-leap-announcement/>.
- «Lumin OS 0.96.0 Release Notes | Magic Leap». Zugegriffen 4. Juni 2019.
<https://creator.magicleap.com/learn/guides/lumin-os-0-96-0-release-notes>.
- «Magic Leap One: Creator Edition | Magic Leap». Zugegriffen 25. März 2019.
<https://www.magicleap.com/magic-leap-one>.
- «Magic Leap One Creator Edition | Magic Leap». Zugegriffen 2. Juni 2019.
<https://shop.magicleap.com/en/Categories/Devices/Magic-Leap-One-Creator-Edition/p/M9001>.
- «Magic Leap One Repair». iFixit. Zugegriffen 20. März 2019.
https://www.ifixit.com/Device/Magic_Leap_One.
- «Magic Leap's Biggest Problem May Not Be Legal Fights but a Major Battery Charging Issue». Next Reality. Zugegriffen 26. März 2019. <https://magic-leap.reality.news/news/magic-leaps-biggest-problem-may-not-be-legal-fights-but-major-battery-charging-issue-0183269/>.
- «Microsoft HoloLens». In *Wikipedia*, 20. Mai 2019.
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Microsoft_HoloLens&oldid=898009962.
- «Microsoft HoloLens 2 Headset | HiConsumption». Zugegriffen 20. März 2019.
<https://hiconsumption.com/2019/02/microsoft-hololens-2-headset/>.
- «Microsoft HoloLens: HPU Architecture, Detailed». Tom's Hardware, 30. August 2016.
<https://www.tomshardware.com/news/microsoft-hololens-hpu-architecture-28nm,32586.html>.
- «Microsoft HoloLens Sales Figures Revealed». *VRFocus* (blog). Zugegriffen 25. März 2019.
<https://www.vrfocus.com/2018/05/microsoft-hololens-sales-figures-revealed/>.

- «Microsoft/MixedRealityToolkit-Unity: MixedRealityToolkit-Unity uses code from the base MixedRealityToolkit repository and makes it easier to consume in Unity.» Zugriffen 25. März 2019. <https://github.com/Microsoft/MixedRealityToolkit-Unity>.
- «Mixed Reality: A Revolutionary Breakthrough in Teaching and Learning». Zugriffen 15. März 2019. <https://er.educause.edu/articles/2018/7/mixed-reality-a-revolutionary-breakthrough-in-teaching-and-learning>.
- okreylos. «On the Road for VR: Microsoft HoloLens at Build 2015, San Francisco». *Doc-Ok.Org* (blog), 1. Mai 2015. <http://doc-ok.org/?p=1223>.
- Robertson, Adi. «I tried Magic Leap and saw a flawed glimpse of mixed reality's amazing potential». *The Verge*, 8. August 2018. <https://www.theverge.com/2018/8/8/17662040/magic-leap-one-creator-edition-preview-mixed-reality-glasses-launch>.
- Skarredghost. «Magic Leap on Sale Starting from \$2295, Ships Only in the US». *The Ghost Howls* (blog), 8. August 2018. <https://skarredghost.com/2018/08/08/magic-leap-on-sale-starting-from-2295-ships-only-in-the-us/>.
- «Viewing Frustum & Clipping Plane - Learn | Magic Leap». Zugriffen 25. März 2019. <https://creator.magicleap.com/learn/guides/field-of-view>.
- «Vuzix | View The Future». Zugriffen 28. März 2019. <https://www.vuzix.com/Developer/KnowledgeBase/Detail/1085>.
- «Vuzix | View The Future». Zugriffen 26. März 2019. <https://www.vuzix.com/Developer/KnowledgeBase/Detail/63>.
- «Vuzix Blade® | Augment Reality (AR) Smart Glasses for the Consumer». Zugriffen 20. März 2019. <https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses>.
- «Vuzix Blade® | Augment Reality (AR) Smart Glasses for the Consumer». Zugriffen 4. Juni 2019. <https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses>.
- «Vuzix Blade Smart Glasses Review: AR Fun Over Fashion». *Tom's Hardware*, 14. Februar 2019. <https://www.tomshardware.com/reviews/vuzix-blade-ar-smart-glasses-consumer,5667.html>.
- «What's Inside Microsoft's HoloLens And How It Works». *Tom's Hardware*, 23. August 2016. <https://www.tomshardware.com/news/microsoft-hololens-components-hpu-28nm,32546.html>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Beispiel der Kleidervorschriften für das Betreten des Reinraumes	7
Abbildung 2 Werbebild für die Unterrichtsoftware von Microsoft und der Case Western University .	9
Abbildung 3 Papiermuster zum Messen der Farbdicke	10
Abbildung 4 Ansicht eines Sortierregals mit HoloLens Sortieroberfläche	10
Abbildung 5 HoloLens 1	15
Abbildung 6 HoloLens 2	17
Abbildung 7 Vergleich Sichtfeld der HoloLens 1, 2 und Bildausschnitt auf der Präsentation	18
Abbildung 8 Magic Leap 1	20
Abbildung 9 Magic Leap Light Pack	21
Abbildung 10 Magic Leap Controller	22
Abbildung 11 Vuzix Blade	23
Abbildung 12 Persona Bild Beat Müller	25
Abbildung 13 Vuzix Blade Widget	26
Abbildung 14 Hauptmenü	27
Abbildung 15 Liste mit allen Fehlern	27
Abbildung 16 Geöffnete Fehlermeldung	28
Abbildung 17 Meldungsübersicht für eine Maschine	28
Abbildung 18 Faust Handgeste	30
Abbildung 19 Daumen-Hoch Handgeste	31
Abbildung 20 Handrücken Handgeste	31
Abbildung 21 Hauptmenü der Applikation	31
Abbildung 22 Geöffnetes Informationsfenster	32
Abbildung 23 Benachrichtigungssymbol	34
Abbildung 24 Geöffnetes Benachrichtigungsfenster	34
Abbildung 25 Aufziehmechanismus zur Anpassung der Grösse	36
Abbildung 26 Light Pack wenn an einer Hosentasche angesteckt	37
Abbildung 27 Magic Leap Schultergürtel	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht HoloLens 1. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: []	16
Tabelle 2 Übersicht HoloLens 2. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: []	18
Tabelle 3 Übersicht Magic Leap. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: []	20
Tabelle 4 Übersicht Vuzix Blade. Wenn nicht explizit erwähnt, wurden die Daten bezogen von: [] ...	24
Tabelle 5 User Stories	26
Tabelle 6 Unterstützte Handpositionen	31

Anhang

A. Zusätzliche Personas



Abbildung 28 Persona Bild Giovanni

Profil Attribute

Alter: 52

Technische Erfahrung: Gering

Technische Affinität: Gering

Giovanni Russo | Produktionsarbeiter

Giovanni ist gebürtiger Italiener. Er kam vor 30 Jahren in die Schweiz und arbeitet seit 20 Jahren bei der B. Braun in der Produktion angestellt. In dieser Zeit hat er sich als ein zuverlässiger und fleissiger Mitarbeiter gezeigt. Deutsch versteht er, beim Sprechen fühlt er sich nicht so sicher. Moderne Technik interessiert ihn nicht gross. Jedoch steht er dieser auch nicht feindlich gegenüber.

Ich muss mich bei der Arbeit frei bewegen und meine Hände nutzen können. Technische Geräte dürfen mir dabei nicht in den Weg kommen.



Abbildung 29 Persona Bild Sabrina

Profil

Alter: 24

Technische Erfahrung: Gering

Technische Affinität: Mittel

Sabrina Halter | Produktionsarbeiterin

Sabrina hat eine Ausbildung zur Bäckerin absolviert und nach Abschluss noch 2 Jahre auf dem Beruf gearbeitet. Als der Betrieb schliessen musste, hat sie eine neue Stelle gesucht und ist so zur B. Braun gekommen. In der Zwischenzeit arbeitet Sie seit 2 Jahren in der Firma.

Ihre technische Erfahrung ist gering. Jedoch kommt Sie mit neuer Technik mit etwas Einführung in der Regel ziemlich schnell zurecht.

Technologie hilft mir schnell
Informationen zum aktuellen
Auftrag an meiner
Produktionslinie zu sehen.

B. Low Fidelity Wireframe Vuzix Blade

Der Vuzix Blade Prototyp richtet sich an den Projektleiter Beat Müller und orientiert sich an der User Story 1.

Die im folgenden Beschriebenen Low Fidelity Wireframes wurden verwendet um schnell und effizient verschiedene Konzepte visuell zu testen.

1. Entwurf 1

Der Einstiegspunkt ist das Widget im Vuzix Launcher. Wie in Abbildung 30 gezeigt werden hier Fehler, Warnungen und Informationen angezeigt.

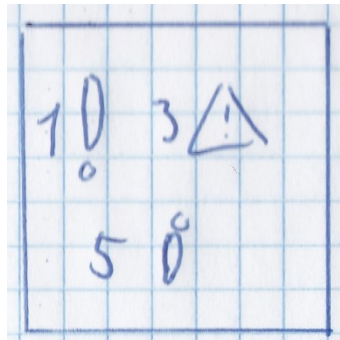


Abbildung 30 Launcher Widget

Wenn die Applikation gestartet wird, stehen 3 Screens zur Verfügung, einen für jeden Informationstyp:



Abbildung 31 Auswahlcreens Applikation erster Level

Zudem steht das Action Menu aus zur Verfügung. Über dieses kann entweder zurücknavigiert, die ausgewählte Sektion geöffnet oder ein Barcode gescannt werden. Letzte Option kann genutzt werden, um direkt zu einer spezifischen Maschine zu springen und Informationen zu dieser anzuzeigen.

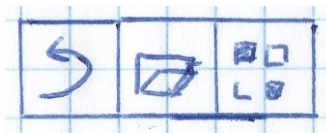


Abbildung 32 Action Menu

Wenn eine Sektion gewählt wird, werden alle Meldungen aus dieser Sektion in einer Kurzform angezeigt. Wie in Abbildung 33 ersichtlich wird jede Meldung auf einer einzelnen Seite angezeigt. Unten an der Seite wird für die bessere Orientierung angezeigt bei welcher Nachricht man steht.

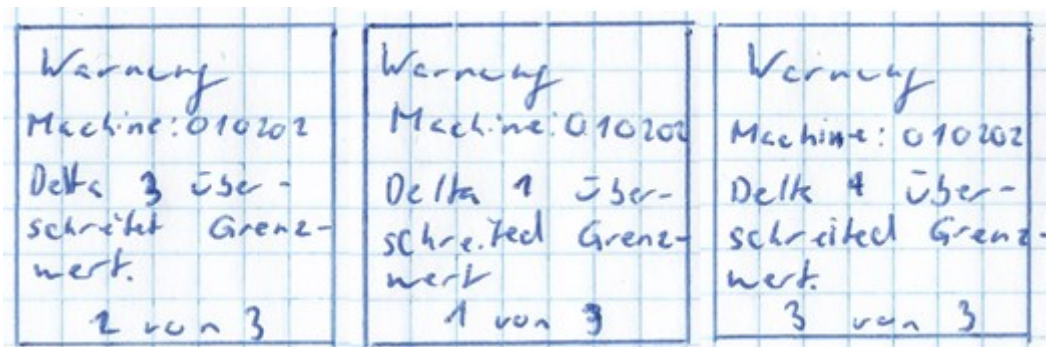


Abbildung 33 Darstellung Warnmeldungen

Das Action Menu beschränkt sich hier wie in Abbildung 34 ersichtlich lediglich auf den Zurück Knopf.



Abbildung 34 Action Menu Meldungsdetails

Aufgrund des beschrankten Platzes kann die Meldung jeweils nur in einer Kurzform dargestellt werden. Bei mehr Informationen kommt man relativ schnell an Grenzen mit der Vuzix Blade. Eine Möglichkeit wäre eine entsprechende Applikation für ein Smartphone mit bereitzustellen und weitere Informationen dann auf diesem darzustellen.

2. Entwurf 2

Als Alternative zu obigem Aufbau, wurde die Navigation über Listen getestet. Abbildung 35 zeigt einen Überblick davon. Das Widget wurde übernommen.

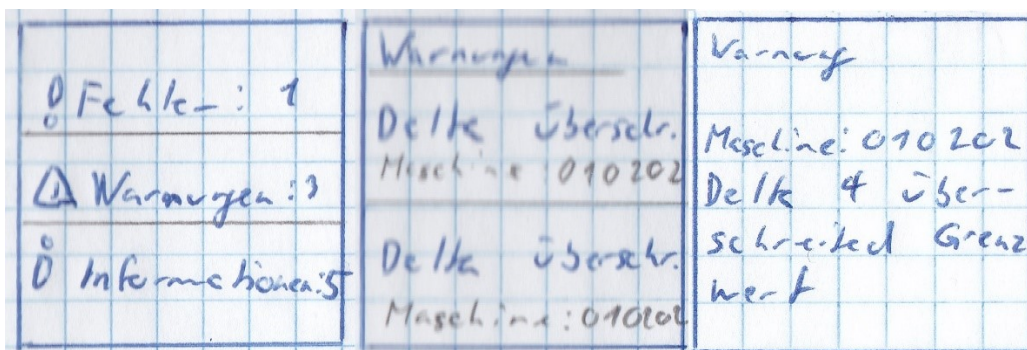


Abbildung 35 Alternative Navigation

Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass damit mehr Inhalt auf weniger Platz vereinigt werden kann. Problematisch ist jedoch, dass das Touchpad vertikal viel weniger Platz für die Navigation lässt und sich damit weniger zuverlässig durch die Liste navigieren lässt. Ausserdem implementiert ist mit einer Liste der Fokus für die Tipp Geste bereits gesetzt und überschreibt so die für das Öffnen des Action Menus, womit der Einsatz von diesem unpraktikabel wird. Damit muss auch die zurück Navigation über die Zwei-Finger-Tipp Geste gelöst werden.

Schlussendlich wurde sich für die Arbeit für den zweiten Entwurf entschieden. Dieser wurde als Prototyp umgesetzt.