

Bachelorarbeit

Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (Bachelor of Engineering)

Weiterentwicklung einer Smartwatch-Anwendung für den Shopfloor mittels Design Thinking Methode und pilothafte Implementierung

Ronja Kufahl

Aufgabensteller/ Prüfer
Arbeit vorgelegt am
durchgeführt in der
durchgeführt bei

Prof. Dr.-Ing. Gerald Winz
29. Januar 2021
Fakultät Maschinenbau
Digital Laboratory Kempten
Leonhardstraße 19
87437 Kempten (Allgäu)

Anschrift des Verfassers

Ronja Kufahl
Immenstädterstraße 71
87435 Kempten (Allgäu)
ronja.kufahl@gmx.de

Kurzfassung

Die industrielle Produktion befindet sich im vierten Strukturwandel, der Arbeitsabläufe in der Industrie durch intelligente Vernetzung effizienter gestalten wird. Ein Beispiel dafür ist die Einführung einer Smartwatch-Anwendung. Diese verknüpft den Menschen mit Maschinen und stellt einen schnelleren Informationsaustausch her. Um diese Anwendung zu verbessern, wird eine Zielgruppe gebeten, ihre Ideen zur Optimierung des Oberflächendesigns und des Funktionsumfangs der Applikation in einem Design Thinking Workshop zu äußern. Das Ziel ist es, diese Ideen in die Weiterentwicklung der Applikation einfließen zu lassen, um sie als neue Version in der mechanischen Fertigung, einer Abteilung der Deckel Maho Pfronten GmbH, zu testen.

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit werden Smartwatches, deren industrieller Nutzen, das Nutzererlebnis durch eine Applikation, sowie die Design Thinking Methode und weitere Kreativitäts- und Bewertungsmethoden theoretisch betrachtet. Anschließend wird auf die bestehende Anwendung eingegangen, bevor die Workshop-Ergebnisse beschrieben werden. Aus den Prototypen-Vorlagen der Workshop-Teilnehmer wird eine neue Version der Applikation entworfen und zum Testen vorgestellt. Das dabei erhaltene Feedback regt weitere Verbesserungen an.

Zusammengefasst ist die vorgestellte Smartwatch-Anwendung eine Erleichterung für den Arbeitsalltag im Shopfloor und verkürzt dort Reaktionszeiten auf elf Sekunden und führt damit zu finanziellen Einsparungen, sodass die Anwendung im ersten Einführungsjahr wirtschaftlich rentabel ist.

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich die Chance ergreifen, mich bei allen Menschen zu bedanken, die mir bei der Umsetzung dieser Bachelorarbeit geholfen haben.

Ich bedanke mich bei den Herren Prof. Dr.-Ing. Winz und Prof. Dr. rer. pol. Wind für die Aufnahme im Team des Digital Laboratory und die Möglichkeit, am Smartwatch Projekt mitzuwirken. Ich habe mich stets gut betreut gefühlt und möchte daher auch den beiden Mitarbeitern des Labors, Herrn Harzenetter und Herrn Rick, danken.

Für die gute Zusammenarbeit mit der Deckel Maho Pfronten GmbH danke ich meinen Ansprechpartnern Herrn Dr. Schneider und Herrn Schrägle. Gleichmaßen gilt der Dank auch allen Mitarbeitern in Pfronten, die an diesem Projekt durch Workshop-Teilnahme, Informationsbereitstellung oder Mitwirkung in der Testphase involviert waren.

Die Umsetzung der neuen Applikation hätte nicht ohne meine Teamkollegen geklappt. Dafür gilt den Herren Jerrischewski und Dhanju für das tolle Teamwork und die Bereitschaft, das Projekt voranzutreiben, mein Dank.

An letzter Stelle bedanke ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden, die mir das ganze Studium über mit Rat und Tat zu Seite standen und mich in meinem Weg bestärkt haben.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Vorwort.....	II
Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Vorstellung.....	1
1.2 Motivation.....	1
2 Theoretische Grundlagen.....	2
2.1 Überblick Smartwatches.....	2
2.1.1 Verbreitung	4
2.1.2 Vorteile für diverse Industriebereiche	5
2.1.3 Markt.....	6
2.1.4 Überblick durch Visualisierung	7
2.2 Usability.....	9
2.3 User Experience Design.....	10
2.4 Design Thinking	11
2.5 Kreativität für neue Lösungsansätze	14
2.5.1 Das Zusammenspiel beider Gehirnhälften	15
2.5.2 Stress beeinflusst Kreativität.....	16
2.5.3 Kreativität als Prozess	16
2.6 Kreativitätsmethoden	17
2.6.1 Brainstorming	18
2.6.2 Mind Map	19
2.6.3 Crazy 8	20
2.7 Ideenbewertung	21
2.7.1 Einfache Punktmethode.....	21
2.7.2 PPCO Model.....	22
2.7.3 Checkliste	22
2.8 Kano-Modell	23

2.9 SWOT-Analyse	24
2.10 Business Model Canvas.....	25
3 Ist- Analyse.....	27
3.1 Mechanische Fertigung.....	27
3.2 Smartwatch-Anwendung.....	28
4 Konzepterweiterung	30
4.1 Anwendungsfall.....	30
4.2 Probandenauswahl.....	31
4.3 Raumgestaltung.....	33
4.4 Durchführung.....	34
4.4.1 Verstehen.....	34
4.4.2 Beobachten.....	35
4.4.3 Sichtweise definieren	35
4.4.4 Ideen generieren.....	35
4.4.5 Prototypen entwickeln.....	36
4.4.6 Fragebogen	36
4.5 Auswertung.....	37
4.5.1 Umsetzbare Funktionen.....	37
4.5.2 Nicht umsetzbare Funktionen	41
4.6 Rückmeldung zur implementierten Version	42
4.7 Einschub über Schutzmöglichkeiten und Verstärkung der Vibration.....	44
4.8 Vorstellung der Konzepterweiterung.....	47
5 Wirtschaftlichkeitsbewertung	50
6 Zusammenfassung und Ausblick.....	54
6.1 Zusammenfassung.....	54
6.2 Ausblick.....	55
Quellenverzeichnis	56
Glossar	59
Anhang.....	61
Erklärung	67

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Die Apple Watch Series 6 in blau mit Sportarmband.....</i>	<i>3</i>
<i>Abbildung 2: Von welcher Marke sind Ihre persönlichen Smartwatches/ Fitnesstracker.....</i>	<i>4</i>
<i>Abbildung 3: Absatz von Smartwatches in Deutschland von 2018 bis 2020.....</i>	<i>4</i>
<i>Abbildung 4: App "Bring!".....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 5: Andon-Säule mit Lichtsignalen.....</i>	<i>8</i>
<i>Abbildung 6: "Trial and Error" Methode.....</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 7: Die Erwartungsebenen eines Anwenders haben verschiedene Berührungspunkte mit den Merkmalen einer App. Die Erfüllung aller Ebenen wird als positives Erlebnis wahrgenommen.....</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung 8: Design Thinking Prozess.....</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 9: Das menschliche Gehirn und seine Funktionen.....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 10: Das Vier-Phasen Modell nach Wallas.....</i>	<i>16</i>
<i>Abbildung 11: Visualisierungsmöglichkeiten für den Workshop.....</i>	<i>18</i>
<i>Abbildung 12: Graphische Darstellung eines einzigen "Informationsteils" im Gehirn.....</i>	<i>19</i>
<i>Abbildung 13: Crazy 8 Material.....</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 14: Einfach Punktmethode zur Bewertung der Ideenansätze.....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 15: Schablone für die Business Model Canvas.....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 16: Ist-Stand der Smartwatch Anwendung im September 2020.....</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 17: Architektur der Applikation.....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 18: Schematische Produktionshallen-Übersicht.....</i>	<i>31</i>
<i>Abbildung 19: Probanden zusammengefasst in ihrer jeweiligen Berufsgruppe.....</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 20: Raumskizze.....</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 21: Raumgestaltung und das Shopfloor Modell im Detail.....</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 22: Änderung der Homescreen Darstellung.....</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 23: Visulisierung des Soll-Ist Zustands.....</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 24: Fehleranzeige mit Standort.....</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 25: Maschinenstandort.....</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 26: Restlaufzeitanzeige in Minuten und Stückzahl.....</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 27: Anleitung zur Fehlerbehebung oder Rüstanweisung.....</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 28: Freie Nachrichteninhalte versenden.....</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 29: Fehlerweiterleitung.....</i>	<i>42</i>
<i>Abbildung 30: Fehler beheben, weiterleiten oder Hilfe anfordern.....</i>	<i>42</i>
<i>Abbildung 31: Echtglasscheibe.....</i>	<i>45</i>
<i>Abbildung 32: 3D-Scheibe.....</i>	<i>45</i>
<i>Abbildung 33: Kunststofffolien.....</i>	<i>46</i>
<i>Abbildung 34: Flexible Hülle.....</i>	<i>46</i>
<i>Abbildung 35: Hard-Case.....</i>	<i>46</i>
<i>Abbildung 36: Konzepterweiterung mit Vorschlägen aus Design Thinking Workshop.....</i>	<i>48</i>
<i>Abbildung 37: Geschäftsmodell Smartwatch-Anwendung.....</i>	<i>55</i>

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Die fünf Phasen nach der 5 S-Methode</i>	8
<i>Tabelle 2: "Mit der PPCO-Methode werden Vorteile, Potentiale und Hürden sowie Ansätze zur Bewältigung der Hürden übersichtlich zusammengefasst"</i>	22
<i>Tabelle 3: Checklisten-Katalog mit Fragen zu verschiedenen Kriterien</i>	23
<i>Tabelle 4: SWOT-Matrix</i>	25
<i>Tabelle 5: Rückmeldung</i>	43
<i>Tabelle 6: SWOT-Matrix mit Anpassungen</i>	44
<i>Tabelle 7: Schutzmöglichkeiten für die Apple Watch, 44mm</i>	46
<i>Tabelle 8: Gesamtkosten</i>	50
<i>Tabelle 9: Investitionssumme nach 3 Jahren</i>	51
<i>Tabelle 10: Reaktionszeiten auf Stillstand</i>	51
<i>Tabelle 11: Stillstandskosten einer DMU 125</i>	52
<i>Tabelle 12: Fertigung eines Drehtellers</i>	52
<i>Tabelle 13: Einsparung pro Jahr</i>	53
<i>Tabelle 14: Rentabilität einer Smartwatcheinführung</i>	53
<i>Tabelle 15: Kosten und Nutzen des Anwendungsfalls aus Kapitel 4.1</i>	54

Abkürzungsverzeichnis

AT	Arbeitstage
BMC	Business Model Canvas
DB	Datenbank
DMG	Deckel Maho Gildemeister
IDE	Integrierte Entwicklungsumgebung
IoT	Internet of Things
IPC	Industrie PC
PPCO	Pluses, Potentials, Concerns, Overcome Concerns
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
UX	User Experience

1 Einleitung

1.1 Vorstellung

Das Digital Laboratory der Hochschule Kempten wurde Ende 2018 gegründet. Studierende der Fakultäten Maschinenbau und Informatik treffen hier aufeinander, um Themen rund um den digitalen Wandel in der Wirtschaft zu bearbeiten.

In Zusammenarbeit mit dem Allgäuer Werkzeugmaschinenhersteller Deckel Maho Pfronten GmbH aus Pfronten werden Lösungen in Data Science und Machine Learning erforscht. Die Deckel Maho Pfronten GmbH gehört zum DMG MORI Konzern und beschäftigt im Allgäu über 1.200 Menschen. Aktuell wird die Entwicklung einer Smartwatch Applikation weitergeführt, die der Bereitstellung eines Informationsflusses zwischen einer Werkzeugmaschine und einem Maschinenverantwortlichen dient. Dazu wurde ein Team aus drei Bacheloranten, den Herren Marco Jerrischewski, Amandeep Dhanju und mir einberufen. Die beiden Herren machen ihren Abschluss als Wirtschaftsinformatiker. Die Aufgaben des Projektes gliedern sich in drei Bereiche. Ich bin für den Design Thinking Workshop und das Einholen von Feedback verantwortlich, während sich Herr Dhanju um die Frontend-Entwicklung kümmert und Herr Jerrischewski für die Schlüsselstellen zum Backend zuständig ist.

1.2 Motivation

Unser Alltags- und Berufsleben wandelt sich schneller denn je. Ausschlaggebend dafür sind häufig neue Technologien. Zuletzt wirkt die Corona-Pandemie als Beschleuniger für die Digitalisierung in unserem Land. Innerhalb kürzester Zeit wurden stationäre Arbeitsplätze nach Hause verlegt und heute sind Homeoffice, Video-Konferenzen oder Online-Vorlesungen zur Gewohnheit geworden (vgl. Klose 2020, S.9 f.). Die konservativen Strukturen der Arbeitswelt wurden, beispielsweise durch das Internet, radikal aufgebrochen und mit den Möglichkeiten der Industrie 4.0 Ära neu vernetzt. Die Technik ist im Stande, unfassbar viele Daten für uns zu analysieren. Die Daten sind vorhanden, die daraus resultierende Frage lautet: Was machen wir daraus?

Ein Ansatz ist der Einsatz von *Wearables*, wie Smartwatches, im Shopfloor. Wearables sind mobile Computer, die am Körper oder an der Kleidung getragen werden können (vgl. Semler; Tschierschke 2019, S. 38). Im Rahmen dieser Abschlussarbeit wird dargelegt, wie die Smartwatches die Chancen der Digitalisierung nutzen, um einen flexiblen und agilen Arbeitsplatz zu schaffen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Überblick Smartwatches

Smartwatches gehören zur Kategorie *Wearables*. Die Uhren können mit einem Smartphone gekoppelt werden oder eigenständig funktionieren, wenn sie über eine eSIM-Technik verfügen. Die Möglichkeiten, zu telefonieren oder auf das Internet zuzugreifen, war bislang nur mit einer eingelegten SIM-Karte gegeben. Die neue eSIM-Technik ist nun im Gerät eingegliedert. Das Innenleben einer Smartwatch verfügt außerdem über ein GPS-Modul sowie Aktoren, die ein elektrisches Signal in spürbare Impulse umsetzen können. Ein Beispiel dafür ist der Vibrationsalarm bei einem eingehenden Anruf. Außerdem ist ein Barometer integriert, welches den Luftdruck misst und dadurch Auskunft über zurückgelegte Höhenmeter geben kann. Ein Beschleunigungssensor erfasst, wie schnell sich der Träger in linearer Ebene vorwärtsbewegt. Ein Herzfrequenzmesser ist eine Kombination aus mehreren Sensoren, die letztlich den Puls und die Herzfrequenz erfassen. Nicht zu verwechseln mit dem Pulsoximeter. Dieses gibt Auskunft über den Blutsauerstoffgehalt (vgl. mediamag.at-Redaktion, 2019).

Je nach Modell und Marke kann die Ausstattung sowie Optik variieren. Das Gehäuse ist häufig aus Aluminium oder Edelstahl, in selteneren Fällen aus Keramik oder Titan. Das Display ist aus Glas oder hochwertigem Kunststoff und kann durch Touchscreen bedient werden. Weitere Bedienelemente sind seitliche Taster oder eine digitale Krone. Das Drehen der Krone bewirkt ein hoch oder runter scrollen am Bildschirm. Eine digitale Lünette ist ein drehbarer kreisförmiger Uhrenrand, der dieselben Funktionen wie die Krone erfüllt. Spracheingaben sind ebenfalls möglich, z.B. kann beim Hersteller Apple per „Hey Siri“ ein Sprachassistent zum Umsetzen von Aufgaben aufgefordert werden. Letztlich hat der Träger eine Auswahl an verschiedenen Armbändern aus unterschiedlichen Materialien. Je nach persönlicher Präferenz kann zwischen edlen Lederarmbändern oder praktischen Kunststoffriemen eine Wahl getroffen werden. Die meisten Smartwatch Hersteller versprechen eine Akkulaufzeit von 24 bis 48h, je nach Einsatz.

Für dieses Projekt schaffte sich das Digital Laboratory die Apple Watch Series 6 aus Abbildung 1 an.



*Abbildung 1: Die Apple Watch Series 6 in blau mit Sportarmband
(entnommen aus: apple.com, 2020).*

Die wasserdichte Uhr umfasst viele Funktionen. Benachrichtigungen, die sonst auf dem Smartphone erscheinen, können direkt auf das Handgelenk geleitet werden. SMS, E-Mails oder WhatsApp Nachrichten können von dort aus direkt beantwortet werden. Des Weiteren kann gespeicherte Musik auf mit Bluetooth verbundenen Geräten abgespielt werden. Mit Hilfe von Sensoren kann der Schlaf des Trägers analysiert oder dessen Kalorienverbrauch berechnet werden. Die Uhr erkennt selbständig, wann sich der Träger in einer aktiven Phase befindet und versucht, die Aktivität zu einer der 15 abgespeicherten Sportarten zuzuordnen. Neu bei der Series 6, im Vergleich zu ihren Vorgängern, ist das Messen der Blutsauerstoffsättigung. Hinzu kam auch die EKG App, die den Herzrhythmus erkennt und Unregelmäßigkeiten aufspürt. Bekannt dagegen ist das bargeldlose Zahlen mit Hilfe der Apple Pay App. Letztlich lässt sich die Optik des Ziffernblattes von jedem Träger individuell gestalten, anpassen und speichern. Weitere Funktionen für die Uhr sind im App Store herunterladbar.

Vorraussetzung dafür ist das Apple eigene Betriebssystem namens iOS. Folglich harmonisiert die Kopplung unter Apple Geräten. Alternativ gibt es von Google das Betriebssystem Android; hier kann es bei der Kopplung der Smartwatch zu minimiertem Funktionsumfang kommen. Allerdings wollen sich Apple und Google künftig absprechen, um dieses Problem zu vermeiden. Den ersten Schritt machte Google 2018, als ihr Smartwatch Betriebssystem von Android Wear in Wear OS umbenannt wurde, um zu verdeutlichen, dass die Kopplung mit Apple Geräten auch möglich ist (vgl. Smartwatch.de GmbH, 2020). Das Betriebssystem Tizen OS von Samsung ist ebenfalls mit Apple und Android Geräten kompatibel.

2.1.1 Verbreitung

Die Smartwatch aus dem Hause Samsung ist die meist gekaufte Uhr unter 452 befragten Smartwatch bzw. *Fitnessstracker* Trägern. Fitnessstracker werden wie Smartwatches am Armgelenk getragen und sind ausschließlich für die Erfassung von Fitnessdaten ausgelegt.

Die Abbildung 2 zeigt die dazu passende Erhebung, die in Deutschland vom 17.02. bis 25.03.2020 und 31.07. bis 23.08.2019 bei Personen zwischen 18 und 64 Jahren durchgeführt wurde. Dabei waren Mehrfachnennungen möglich. Die ersten drei genannten Marken der persönlichen Smartwatches oder Fitnessstracker sind Samsung, Fitbit und Apple, die zusammen mit über 60% des gesamten Marktanteils ausmachen.

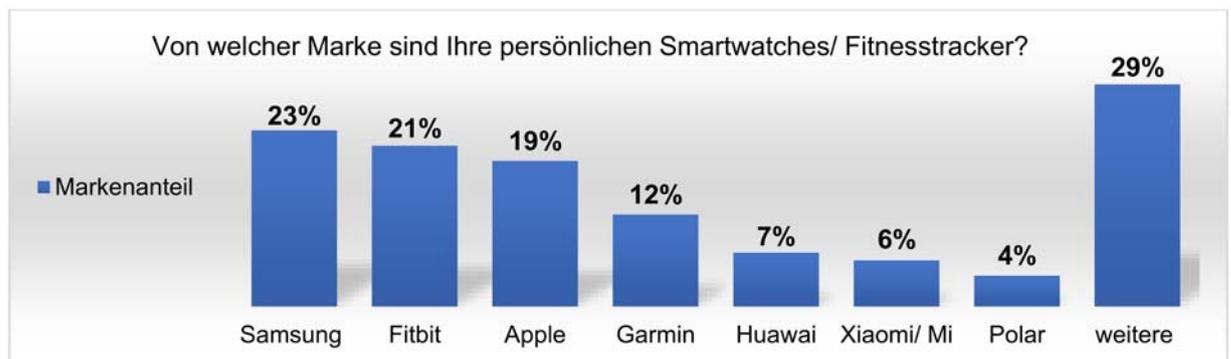


Abbildung 2: Von welcher Marke sind Ihre persönlichen Smartwatches/ Fitnessstracker (in Anlehnung an Statista GmbH, 2020)?

Es wird deutlich, dass Samsung der deutsche Smartwatch Marktführer ist, dicht gefolgt von Apple. Die Fitnessstracker von Fitbit und Garmin sind an zweiter bzw. vierter Stelle. Deren Ergebnis spricht für großes Interesse an Aufzeichnung von Aktivitäten.

Insgesamt ist der Trend zur Nutzung von Smartwatches steigend. Dies untermauert die Erhebung von Euromonitor in Abbildung 3. In den vergangenen zwei Jahren wurde der Absatz von Smartwatches in Deutschland erfasst. 2018 wurden 2,3 Millionen Uhren verkauft. Für das Jahr 2020 wurde eine Stückzahl von 3,2 Millionen Uhren prognostiziert.

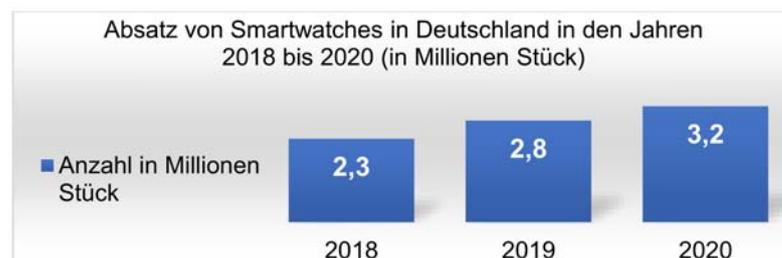


Abbildung 3: Absatz von Smartwatches in Deutschland von 2018 bis 2020 (in Anlehnung an Bitkom, 2020).

2.1.2 Vorteile für diverse Industriebereiche

Es gibt viele Möglichkeiten, eine Smartwatch in den Alltag eines privaten Konsumenten zu integrieren. Nachfolgend wird erörtert, welche Vorteile sich auch für unterschiedliche Industriebereiche ergeben könnten.

Die Smartwatch ermöglicht eine objektive Informationsübertragung in Echtzeit. Informationen können aus unterschiedlichen IT-Systemen aufgegriffen werden. Die Übertragung erfolgt sehr komfortabel, da beispielsweise kein Smartphone gesucht oder ein Bildschirm aktualisiert werden muss. Der Empfang oder das Einsehen von Nachrichten ist örtlich nicht gebunden. Beide Hände sind frei für andere Aufgaben. Durch einen Vibrationsalarm am Handgelenk wird der Träger auf eine Benachrichtigung aufmerksam gemacht und diese ist für ihn direkt einsehbar. Aus diesen Gründen sind kürzere Reaktionszeiten möglich, was die Produktivität steigern und zu weniger Stillstandzeiten führen kann. Folglich können Kosten eingespart werden. Nebenbei kann eine moderne Smartwatch auch als zusätzliche Motivation für den Mitarbeiter aufgefasst werden (vgl. Fragebogen).

Diese allgemeinen Vorteile sind auf verschiedene Bereiche in der Industrie übertragbar. Vor allem Bereiche, in denen mehrere Abläufe parallel stattfinden, profitieren.

Bei Deckel Maho ist ein Maschinenbediener für mehrere Anlagen im Shopfloor zuständig. Die Produktion läuft in der Regel vollautomatisch, sodass der Mitarbeiter anderen Tätigkeiten, wie Maschinen rüsten oder Material beschaffen, nachgehen kann. Die Aufmerksamkeit kann nicht gleichmäßig auf alle Anlagen aufgeteilt werden. Bei auftretenden Stillständen (aus verschiedensten Gründen) weist beispielsweise ein optisches Andon-Signal (siehe Kapitel 2.1.4) darauf hin. Befindet sich diese Leuchte nicht im unmittelbaren Blickfeld des Mitarbeiters, bleibt das Problem vorerst unentdeckt. Die Smartwatch Anwendung kann diesen hervorgerufenen Stillstand, die der Operator sofort beheben kann, verkürzen.

Probleme, die einen Abstimmungsbedarf erfordern, können zu mehrstufigen Kommunikationswegen führen. Die Benachrichtigungen dazu können über die Smartwatch kanalisiert und direkt an die zuständige Person weitergeleitet werden.

Die Instandhaltung wäre eine beispielhafte Abteilung, die von kanalisierter Benachrichtigung profitieren könnte. Ein Instandhalter betreut mehrere Maschinen oder gar Abteilungen. Eine Meldung könnte ihm Auskunft über den Standort der betreffenden Anlage geben. Statt sich auf den Weg zu machen, um sich einen Gesamtblick über die Situation zu verschaffen, könnte eine Kurzbeschreibung erste

Fakten abdecken. Mit Hilfe der Beschreibung könnte der Angestellte eine Einschätzung über zu benötigendes Werkzeug oder Ersatzteile treffen.

Die Lagerlogistik sparte sich Wege, da sie Bedarfsmeldungen ortsunabhängig auf dem Handgelenk empfangen werden könnte, ähnlich der Einkaufslisten-App „Bring!“ in Abbildung 4. Statt die Bedarfsmeldungen an einem stationären PC einzusehen, könnten Materiallisten vom Handgelenk abgearbeitet werden. Eine Verknüpfung mit einem SAP-System könnte sogar die direkte Materialbestellung beim Lieferanten in die Wege leiten.



Abbildung 4: App "Bring!" (entnommen aus Jasinski, 2019).

Da die Smartwatch die Möglichkeiten eines Smartphones auf begrenzterer Bildschirmfläche hat, können sich für viele Bereiche weitere Anwendungen erschließen. Nachfolgendes Kapitel befasst sich damit, wie erschlossen der Markt solcher Anwendungen ist.

2.1.3 Markt

Zwei süddeutschen *Start-Up*-Unternehmen ist bereits die Integration von Smartwatches in den industriellen Arbeitsalltag gelungen.

Die aucobo GmbH wurde 2016 in Stuttgart gegründet. Die Stuttgarter haben Kunden wie Continental Automotive GmbH von ihren Produkten überzeugt. Zu ihrer Produktpalette gehört eine Software, die als aucobo mobile bezeichnet wird. Die Software vernetzt Maschinen und Menschen miteinander und erleichtert den Informationsaustausch unter Mitarbeitern. Die Software bzw. Applikation ist auf einer Smartwatch abrufbar. Sie kann für jedes Unternehmen ohne Programmierungseingriffe angepasst werden. Zum System gehört außerdem noch ein serverbasiertes Kernsystem, das sogenannte aucobo core. Dieses übernimmt die Koordination von Aufgaben, Endgeräten und die Analysen von Meldungen. Das Start-Up möchte die Mehrmaschinenbedienung in der Produktion durch ihre Produkte unterstützen. Ihren Kunden werden drei verschiedene Smartwatches zur Auswahl

gestellt. Über die Uhren kann der Träger selbst bestimmen, welche Informationen von Maschinen frei abrufbar sind und welche Aufgaben unter Kollegen mobil ausgetauscht werden sollen. Die Uhren sind für den Arbeitsalltag geschaffen, da sie ohne Smartphone verwendbar sind und sich sogar mit Handschuhen bedienen lassen. Ihr Korpus ist sehr robust und schützt vor Staub oder Wasser. Für bestimmte Arbeitsfelder, wie beispielsweise Logistik oder Instandhaltung, kann eine Direktmeldung an den Verantwortlichen eingerichtet werden. Die Software ist auch für andere *Hardware*, wie Smartphones oder Tablets, nutzbar (vgl. aucobo GmbH, 2020).

Das 2018 gegründete *Start-Up* Workerbase GmbH hat sich ebenfalls auf Internet of Things (IoT) spezialisiert (vgl. Workerbase GmbH, 2019). *IoT* bedeutet die Vernetzung von Objekten mit dem Internet, wie z.B. Haushaltsgeräte oder Wearables (Semler; Tschierschke 2019, S. 38).

Workerbase hat eine Smartwatch für das industrielle Arbeitsumfeld entwickelt. Sie ist entsprechend robust und verfügt über einen QR- und Barcode Scanner, sowie eine integrierte Kamera für Aufnahmen. Die Uhr ist kompatibel mit den Betriebssystemen Android oder iOS. Die Workerbase Software kann ebenfalls mit vorhandenen Systemen, wie SAP, verbunden werden. Die Schnittstelle zu solchen Systemen ermöglicht einen Informationsaustausch in Echtzeit, der beispielsweise auf der Uhr empfangen werden kann. Die Uhr ist flexibel unter Mitarbeitern austauschbar, da sich der Träger durch einen Zwei-Faktorauthentifizierungsmechanismus anmelden muss. Danach können Bilddateien aufgenommen werden, die z. B. an ein eingebundenes ERP System gesendet werden können. Dies ermöglicht eine unkomplizierte Datenarchivierung. Weitere Möglichkeiten bietet die Tätigkeitsfelderauswahl. Je nach Kategorie können vom Träger z.B. Anleitungen oder Checklisten auf dem mobilen Gerät aufgerufen werden (vgl. Workerbase GmbH, 2019).

2.1.4 Überblick durch Visualisierung

Visuelles Management setzt ebenfalls beim Überblick schaffen durch übersichtliche Informationsaufbereitung an. Ziel ist es, durch verschiedene Methoden einen Mitarbeiter schnell mit Informationen zu versorgen, die zur Beurteilung einer bestimmten Situation zu einem gewissen Zeitpunkt nötig sind. Es soll direkt ersichtlich sein, ob es sich um den normalen Zustand oder um eine Abweichung dessen handelt. Es ist hilfreich, Prozesse nach der 5 S-Methode zu vereinheitlichen. Die Methode hat ihren Ursprung in den Produktionsstätten von Toyota. Sie sieht die Strukturierung von Arbeitsplätzen nach den fünf Phasen aus Tabelle 1 vor.

Phase	5 S-Phase	Bedeutung
1	Sortieren	Aussortieren von nicht funktionsfähigen Arbeitsmitteln oder nicht benötigten Mitteln.
2	Systematisieren	Aufräumen, indem Wege freigehalten werden und Materialien an ihren fest definierten Platz abgelegt werden.
3	Säubern	Arbeitsplatz sauber halten.
4	Standardisieren	Ordnung wird zur Regel gemacht.
5	Selbstdisziplin	Phasen wiederholt durchlaufen und verbessern

Tabelle 1: Die fünf Phasen nach der 5 S-Methode

Der geschaffene Standard gibt eine Orientierungshilfe, um leichteres Identifizieren von Abweichungen zu ermöglichen (vgl. Jungkind et al. 2018, S. 204 ff.).

Es ist bekannt, dass der Mensch leichter Informationen im Gedächtnis behält, wenn er diese durch Gehörtes oder Erblicktes aufnimmt. Visualisierungen ermöglichen die graphische Veranschaulichung von Daten oder Sachverhalten. Es gibt viele verschiedene Visualisierungsmethoden (vgl. Winz 2016, S. 95 ff.). Eine davon ist der Shopfloor Monitor. Ein Monitor visualisiert die gesammelten Daten einer Maschine oder Produktionsreihe. Je nach Verarbeitungssystem werden verschiedene Informationen preisgegeben. Als Beispiel kann die Restlaufzeit eines Auftrages gezeigt werden oder eine Übersicht des Status der Maschinen im Shopfloor mit kontinuierlicher Aktualisierung.

Eine weitere Visualisierungsmethode ist das Andon-Signal. „Andon ist der Name für Warnsignale, die wichtige Informationen anzeigen und damit die Notwendigkeit für sofortige Aktionen signalisieren“ (Winz 2016, S. 99). Beliebte ist der Einsatz von Ampeln, wie in Abbildung 5.

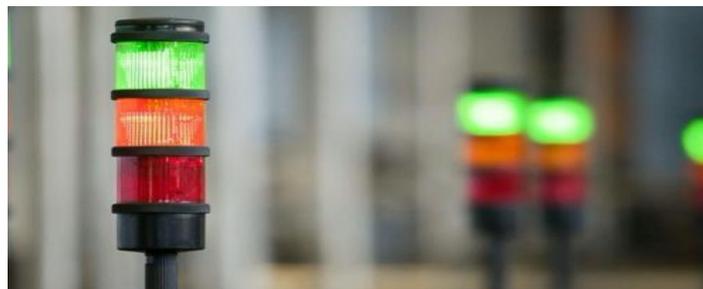


Abbildung 5: Andon-Säule mit Lichtsignalen (entnommen aus: Krüger (2017): S. 19).

Die Ampel verbildlicht den Status der Maschine, an der sie angebracht ist, mittels dreier Farben. Rot steht für einen Maschinenstillstand. Das gelbe bzw. orangene Signal fordert zu einer Handlung auf, wie beispielsweise Korrekturen oder Anpassungen. Läuft die Maschine im gewünschten Zustand, springt die Signalleuchte auf grün (vgl. Winz 2016, S. 99).

2.2 Usability

„Usability beschreibt den Aufwand, der vom Nutzer benötigt wird, um ein Produkt effektiv zu nutzen“ (Semler; Tschierschke 2019, S. 225). Der englische Begriff setzt sich aus „use“, zu deutsch benutzen und „ability“, zu deutsch Möglichkeit, zusammen. Sinngemäß übersetzt bedeutet es Gebrauchstauglichkeit. Darauf geht die ISO-Norm 9241-11 ein. „Die Gebrauchstauglichkeit ist das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ (DIN EN ISO 9241-11, 2018: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion-Teil 11: Gebrauchstauglichkeit.).

Der Begriff Benutzerfreundlichkeit findet allerdings mehr Gebrauch. Denn je selbsterklärender und schneller ein Nutzer eine Absicht durch eine App erreicht, desto benutzerfreundlicher ist diese. Die Notwendigkeit von Usability wurde durch die Verwendung des ersten *User Interfaces* 1980, dem Computerbildschirm, festgestellt. Heute ist der Anspruch an unkomplizierte und benutzerfreundliche Nutzung im Vergleich zu damals deutlich höher. Der Anwender genießt es, durch gelungene Usability schneller sein Ziel zu erreichen. Dadurch steigert sich die Kundenzufriedenheit. Im besten Fall greift der Anwender gerne und somit häufiger zum Produkt und empfiehlt es ggf. Dritten. Sind diese Faktoren nicht zufriedenstellend, trägt eine App nicht zur Unterstützung des Anwenders bei, sondern wird viel mehr als Hindernis wahrgenommen. Letztlich wird sie nicht länger genutzt als nötig (vgl. Semler; Tschierschke 2019, S. 225 f.).

Nebenbei spielt auch die Ästhetik eine wichtige Rolle. Dies haben Tractinsky, Katz und Ikar im Jahr 2000 in einem Versuch mit einem Geldautomaten bewiesen. Am Automaten wurden das Layout, das User Interface und die Usability Eigenschaften für Tests umgestaltet. Die Analyse der Reaktionen der Probanden auf die Umgestaltungen zeigte, dass Probanden die Beurteilung von Usability nach ästhetischen Aspekten trafen. Beispielsweise wurden Designs, welche bewusst schwieriger in der Nutzung gestaltet, aber ästhetisch attraktiver waren, besser bewertet (vgl. Tractinsky; Katz; Ikar 2000, S.127 ff.).

Manche Gestaltungen wurden im Laufe der Jahre als stille Vereinbarungen von vielen Herstellern übernommen. Beispielsweise befindet sich eine Suchfunktion in der Regel als Leiste am oberen Bildschirmrand und wird mittels eines Lupen-/*icons* versinnbildlicht. Es macht Sinn, sich an diese dem User bekannte Regelungen zu halten, weil ihm die Reihenfolge bestimmter Schritte bekannt ist. Er erhält seine Lösung auf direktem, instinktiven Bedienungsweg und muss sich nicht der „Trial and

Error“ Methode bedienen. Diese Methode ist eine Herangehensweise, ein Problem durch die Schleife ‚versuchen und irren‘, wie in Abbildung 6, zu lösen (vgl. Semler; Tschierschke 2019, S. 230 f.).

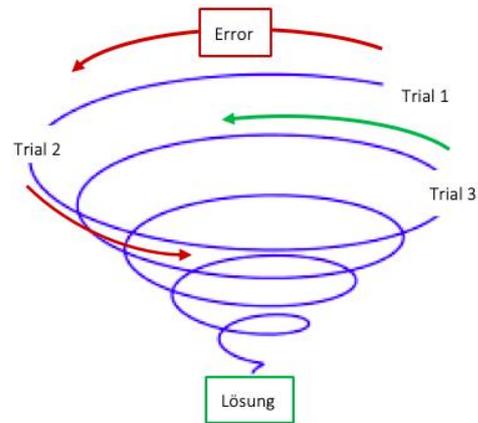


Abbildung 6: "Trial and Error" Methode

2.3 User Experience Design

Inzwischen hat neben Usability die User Experience (UX) mehr an Bedeutung gewonnen. UX kommt aus dem Englischen und bedeutet Nutzererlebnis. Es umfasst, wie sich beispielsweise ein Nutzer vor, während und nach der Nutzung einer App fühlt (vgl. Jaobsen; Gidda 2020, S. 307).

Folglich ist es ein Zusammenwirken von *Look and Feel* (der Optik und des Verhaltens einer App), dem *Joy of Use* sowie der Usability (vgl. Semler; Tschierschke 2019, S. 232 f.). *Joy of Use* beschreibt die Freude, die man während der Verwendung verspürt. Auslöser für die Freudeemotion ist die positive Beurteilung, ein Ziel mit Hilfe einer App umgesetzt zu haben (vgl. Semler; Tschierschke 2019, S. 244).

Verbindet ein Kunde solche positiven Erlebnisse mit einem Produkt, ist er zufriedengestellt, was für den Erfolg des Produktes spricht. Der positive erste Eindruck wird als Motivation für die Wiederverwendung des Produktes wahrgenommen. Der Kunde möchte gerne auf das Produkt zurückgreifen und kann zukünftig auch über kleine Mängel hinwegsehen. Das ist der Ansatz von UX Design. Das Kundenerlebnis wird ins Zentrum der Produktentwicklung gerückt. Möglichst viele positive Emotionen sollen beim Kunden durch das Produkt ausgelöst werden (vgl. Moser 2012, S. 10 f.).

Zusammenfassend schildert die DIN EN ISO 9241-210 UX „als Wahrnehmung und Reaktionen einer Person, die aus der tatsächlichen und/oder der erwarteten Benutzung eines Produkts, eines Systems oder einer Dienstleistung resultieren“ (DIN

EN ISO 9241-210, 2019: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion-Teil: 210: Menschenzentrierte Gestaltung interaktiver Systeme).

Um die Wahrnehmung einem Glücksmoment ähneln zu lassen, müssen alle Erwartungen des Nutzers erfüllt sein. Der Botenstoff Dopamin steigert die Kreativität und Lernfähigkeit. Er verspricht positive Emotionen und Erfahrungen, sowie zukünftigen leichten Umgang mit der Anwendung (Auslösung eines Begeisterungsmerkmals nach Kano, Kapitel 2.8 geht genauer darauf ein). Je nach Person und Situation gibt es Erwartungen auf verschiedenen Ebenen, die in Abbildung 7 dargestellt sind. Da die Erwartungshaltung eines Anwenders nicht offensichtlich ist, muss diese indirekt und in direkter Verwendungsumgebung erkundet werden. Eine Möglichkeit bietet die Design Thinking Methode, auf welche im nachfolgenden Kapitel genauer eingegangen wird (vgl. Moser 2012, S. 4 ff.).

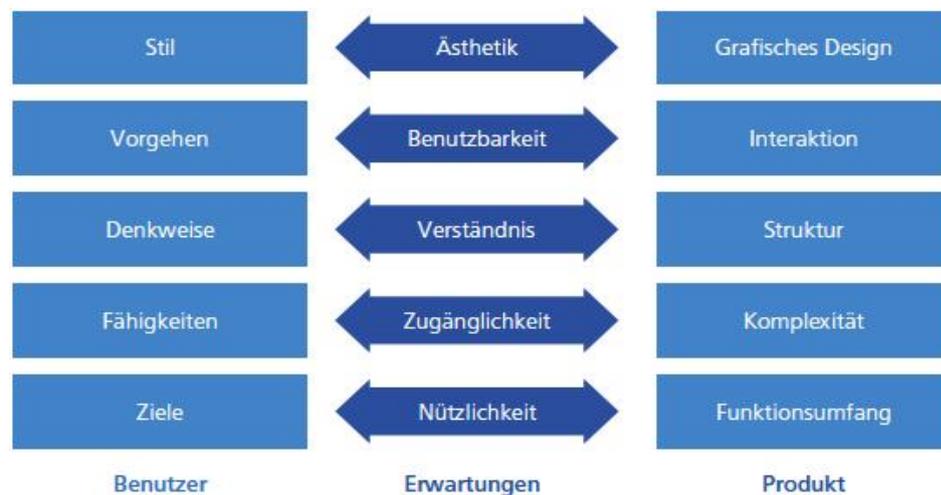


Abbildung 7: Die Erwartungsebenen eines Anwenders haben verschiedene Berührungspunkte mit den Merkmalen einer App. Die Erfüllung aller Ebenen wird als positives Erlebnis wahrgenommen (entnommen aus: Moser 2012, S. 13).

2.4 Design Thinking

Design Thinking beschreibt einen Innovationsansatz, der auf seine Anwender und Nutzer bezogen ist. Ziel ist, es viele kreative Ideen zu sammeln und dabei immer die Bedürfnisse des Menschen in den Vordergrund zu rücken (vgl. Müller-Roterberg 2020, S. 28).

David Kelley ist Mitbegründer der Methodik, die für alle Fragestellungen aus den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt werden kann (vgl. Mayer; Osann; Wiele 2020, S. 21). Der Name setzt sich aus zwei Begriffen zusammen. Thinking steht für die Ausrichtung der Forschung. Die Innovation soll faktenbezogen und wirtschaftlich

realisierbar sein. Design beschreibt die Anwendung von Designer-Methoden, die eingesetzt werden, um die Entwicklung von Innovationen, Prozessen oder Dienstleistungen voranzutreiben. Das Vorgehen eines Designers gliedert sich in mehrere Schritte. Er betrachtet sein zu lösendes Problem immer aus dem Blickwinkel der betreffenden Gruppe (dem Nutzer oder Anwender). Aus dieser Perspektive werden Ideen gesammelt und baldigst als Prototyp umgesetzt. Diese Prototypen werden der betreffenden Zielgruppe vorgelegt. Es folgt eine Diskussion über das Grundkonzept sowie Punkte, die geändert werden müssen. So entwickelt sich das Produkt Stück für Stück durch die Wiederholung von Konzepterweiterung und anschließender Rückmeldung durch die Zielgruppe. In Bezug auf einen Design Thinking Workshop sind Regeln, die sogenannten „fünf P“, zu beachten.

- Praktiken:** Einsatz verschiedener Methoden aus Bereichen, wie „Design, Marktforschung, [...], Psychologie, Ingenieurwissenschaften und strategischem Management“ (Müller-Roterberg 2020, S.29).
- Personen:** Zusammenstellung eines Teams aus verschiedenen Bereichen und folglich mit unterschiedlichen Sichtweisen.
- Prinzipien:** Prinzipien, die die Denkweise der Gruppe steuern sollen und so als eine Art Leitfaden für den Workshop zu verstehen sind.
- Prozesse:** Diese werden variabel auf die Gruppe und Phase (Ideenfindung, Entscheidung) abgestimmt.
- Plätze:** Alle Workshop-Phasen finden in einem einheitlichen Raum statt.

Wichtig ist es, sich frei von einschränkenden Gedanken zu machen. Als Beispiel soll sich der Workshop-Teilnehmer keine Gedanken über die spätere Umsetzung machen. Der technische Aspekt ist häufig leichter umzusetzen als gedacht. Der Fokus soll auf die Bedürfnisse der Anwendergruppe gerichtet sein. Ebenso frei machen soll man sich von einem strikten Ablauf. Die Methodiken dürfen spontan je nach Person oder Gruppe abgewechselt werden, um so viel Input wie möglich zu erhalten. Im konkreten Fall muss behutsam darauf geachtet werden, was produktiver in der Gruppe oder einzeln umgesetzt werden kann (vgl. Müller-Roterberg 2020, S.28 f.)

Bildlich dargestellt findet Design Thinking in zwei Räumen statt. Der Orientierungsraum befasst sich damit, was das Problem ist und warum es besteht. Wenn hierzu ein gemeinsames Verständnis besteht, kann in den zweiten Raum, den Lösungsraum, gewechselt werden. Hier wird konkret gefragt, wie das Problem gelöst werden kann.

In beiden Räumen wird divergentes und konvergentes Denken abwechselnd eingefordert. Der bläulich dargestellte Ring in Abbildung 8 veranschaulicht das divergente Denken. Die Gedanken sollen auseinanderstreben, um weitläufige Informationen und viele Ideen zu sammeln. Das Gegenteil dazu bildet der violett gefärbte Kreis ab. Im konvergenten Denken werden die Gedanken wieder zueinander laufend auf einen Themenpunkt konzentriert. Beispielsweise werden Entscheidungen durch konvergentes Denken getroffen (vgl. Müller-Roterberg 2020, S.32 f.).

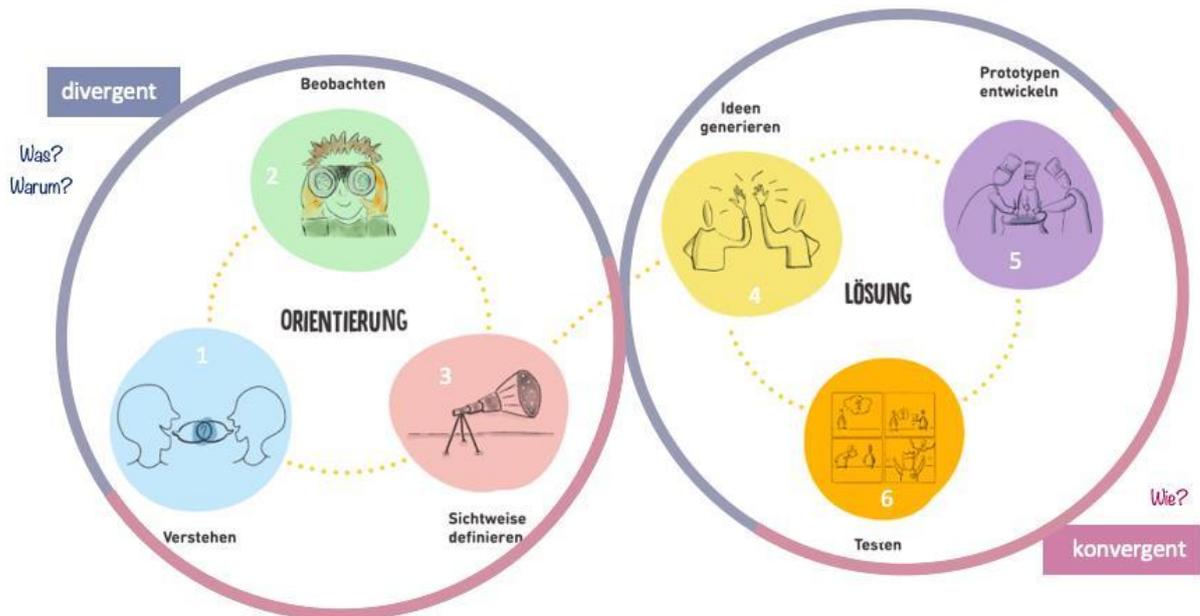


Abbildung 8: Design Thinking Prozess
(in Anlehnung an: Mayer; Osann; Wiele 2020, S. 130).

Die Stanford University untergliedert den Prozess des Design Thinkings in sechs Phasen:

1. Verstehen:
Das Problem verstehen und weitere Rahmenbedingungen zur Zielgruppe und deren Bedürfnisse klären.
2. Beobachten:
Durch Beobachten und Interviews mit der Zielgruppe deren Bedürfnisse und Probleme erkennen, um sich in deren Perspektive einfühlen zu können.
3. Sichtweise definieren:
Gesammelte Informationen sollen zielgerichtet zu einer konkreten Fragestellung definiert werden.
4. Ideen generieren:
Durch Kreativitätsmethoden wird der Ideenfindungsprozess angeregt. Anschließend werden diese nach einem Kriterienkatalog, wie Zweckerfüllung, Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit, bewertet.

5. Prototypen entwickeln:

Die Idee wird als Prototyp in Form von Skizzen oder Modellen umgesetzt. Der Entwurf dient zum Test oder zum Verstehen der Idee.

6. Testen:

Der Prototyp wird der Zielgruppe zum Testen vorgelegt. Durch das Einholen von Feedback kann die Idee weiterentwickelt werden.

Je nach Anlass kann der Ablauf variiert werden oder die Phasen können fließend ineinander übergehen (vgl. Müller-Roterberg 2020, S. 33 f.).

2.5 Kreativität für neue Lösungsansätze

Kreativitätsmethoden werden eingesetzt, um problemorientierte Lösungen für real Existierendes zu finden (vgl. Brunner 2008, S. 1) oder um neue Möglichkeiten durch Erweiterung des eigenen Horizontes zu erschließen. Ersteres findet häufiger Anwendung in der Wissenschaft oder der Technik. Daher wird es auch anwendungsorientiertes Denken genannt und steht im Gegensatz zum zweckfreien Denken, welches beispielsweise in der Kunst verankert ist (vgl. Brunner 2008, S. 1).

Kreativität ist die Voraussetzung einer jeden Innovation (vgl. Müller-Roterberg 2020, S. 179). Um sich auf den Weltmärkten behaupten zu können, sind Innovationen in der Industrie - wie auch in anderen Bereichen - essenziell. Doch was bedeutet Innovation?

Der Ursprung des Wortes lässt sich aus dem Lateinischen von „innovatio“ herleiten. Dies bedeutet Erneuerung oder auch Veränderung. Daraus wird ersichtlich, dass es sich bei einer Innovation nicht zwingend um etwas grundlegend Neues handeln muss. Gleichermäßen ist bei einem Unterschied zum bisherigen Zustand auch die Rede von Innovation. Die Industrie versteht darunter Neuerungen im und für das Unternehmen oder Verbesserungen von bestehenden Prozessen bzw. Produktlinien (vgl. Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S. 5).

Für alle diese Prozesse ist Kreativität eine erforderliche Schlüsselkompetenz (vgl. Brunner 2008, S. 1). Im Enzyklopädie-Buch des Brockhaus wird Kreativität als „schöpferisches Vermögen, das sich im menschlichen Handeln oder Denken realisiert und einerseits durch Neuartigkeit oder Originalität gekennzeichnet ist, andererseits aber auch einen sinnvollen und erkennbaren Bezug zur Lösung technischer, menschlicher oder sozialpolitischer Probleme aufweist“ (Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus) beschrieben.

2.5.1 Das Zusammenspiel beider Gehirnhälften

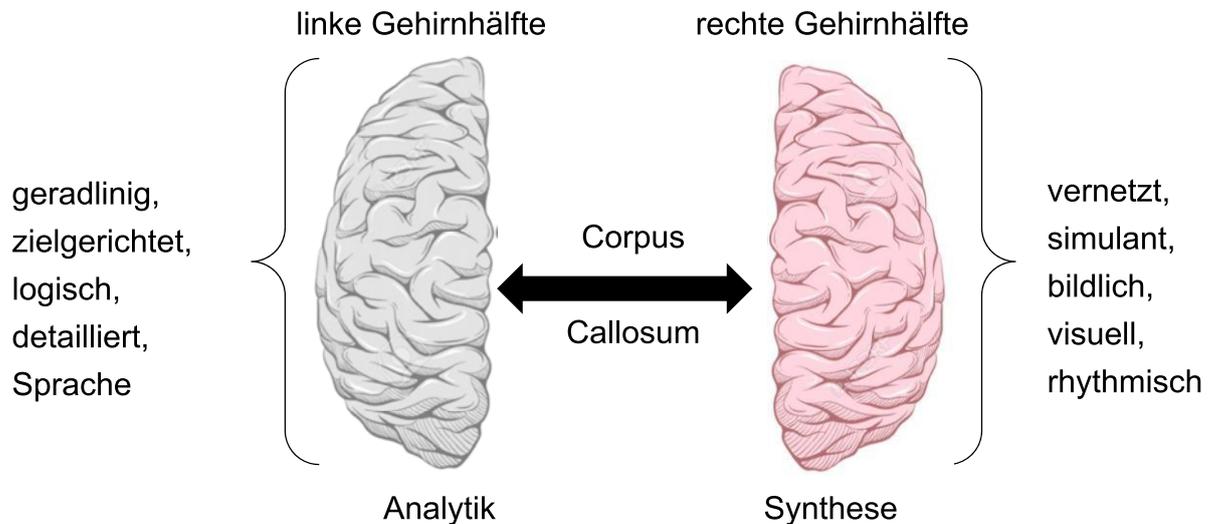


Abbildung 9: Das menschliche Gehirn und seine Funktionen
(in Anlehnung an: Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S.12)

Das menschliche Hirn besteht aus einer linken und einer rechten Hälfte. Beide sind über das Corpus Callosum durch über 200 Millionen Nervenfasern miteinander verbunden. Die Gehirnhälften erfüllen verschiedene Zwecke für unser Denken und Handeln, wie in Abbildung 9 dargestellt. Die linke Hälfte beheimatet den analytischen Charakter. Hier findet das logische Denken, Organisieren und Planen statt. Da diese Informationen aufnimmt und verarbeitet, sitzt hier auch das Sprachzentrum. In der rechten Gehirnhälfte erfolgt die Synthese. Diese kann durch das Zusammenfügen von Details schneller umgesetzt werden, als die Analytik in der linken Hälfte. Körpersprache und Ideen sind Beispiele für Entwicklungen in der rechten Gehirnhälfte. Beide Hälften sind nicht als separat arbeitende Organe zu verstehen. Zur Bewältigung von Aufgaben treten beide Hälften in Interaktion, indem das Corpus Callosum für die gemeinsame Datenübermittlung sorgt. Dennoch kann es sein, dass eine Hälfte primär gefordert wird. Kreativität ist ein Beispiel für die Kombination beider Hälften. Analytik und Synthese sind erforderlich. Doch warum fällt es Menschen schwer kreativ zu sein? Ausschlaggebend dafür ist unser Alltag. Dieser ist von immer wiederkehrenden Abläufen geprägt und fordert dadurch hauptsächlich die linke Gehirnhälfte. Insbesondere die Arbeit geht der Mensch Stück für Stück analytisch an. Dadurch ist die rechte Gehirnhälfte weniger gewohnt in Anspruch genommen zu werden und bildet sich zurück. Wenn eine neue Idee generiert werden soll, kommt dieses Problem zum Tragen. Aus Gewohnheit wird die Aufgabe „eine neue Idee generieren“ analytisch angegangen. Folglich wird die Integration der rechten Hälfte immer schwerfälliger, da diese kaum ausgebildet ist. Um gegen diese Angelegenheit anzukämpfen, muss die rechte Hälfte systematisch trainiert werden (vgl. Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S. 12 ff.).

Als Hilfsmittel werden daher in Design Thinking Workshops verschiedene Kreativitätstechniken eingesetzt. Das Kapitel 2.6 Kreativitätsmethoden geht detaillierter darauf ein.

2.5.2 Stress beeinflusst Kreativität

Kreativität wird auch durch Stress beeinflusst. Ein Gleichgewicht zwischen gesundem und „krank machendem Stress“ (Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S. 15) muss sich einpendeln. Stress ist ein Zustand einer Person, der von einem sogenannten Stressor ausgelöst wurde. Ein Stressor definiert sich bei jedem Menschen nach eigenen Erlebnissen und Neigungen individuell. Gesunder Stress wird Eustress genannt. Das Gegenteil dazu ist der Distress. Dieser hindert am kreativen Denken, da er langfristig für das Absterben von erforderlichen Synapsen sorgt (vgl. Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S. 15). Eustress kann hingegen positiv genutzt werden.

Aus evolutionärer Sicht betrachtet ist Stress ein fest veranlagtes Programm im Gehirn, das in lebensbedrohlichen Situationen den Menschen reflexartig handeln lässt. Bei witternder Gefahr strömen die Hormone Adrenalin und Cortisol ins Blut. Beide Hormone lösen im Gehirn eine direkte Denkblockade aus. Diese ist ausschlaggebend dafür, dass der Mensch direkt die Flucht ergreift, statt zu zögern. Die zusätzliche Energiebereitstellung unterstützt die spontane, unbewusste Reaktion (vgl. Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S. 15 f.). Genau dieser Ablauf, spontan uneingeschränkt viele Ideen zu generieren, ist das Ziel der vierten Phase des Design Thinking Workshops.

2.5.3 Kreativität als Prozess

Kreativität ist kein Ereignis, sondern ein Prozess (vgl. Müller-Roterberg 2020, S. 179). Der Forscher Graham Wallas erkannte 1926, dass sich der Prozess in Phasen aufgliedern lässt und entwarf daraufhin das „Phasenmodell“ in Abbildung 10.

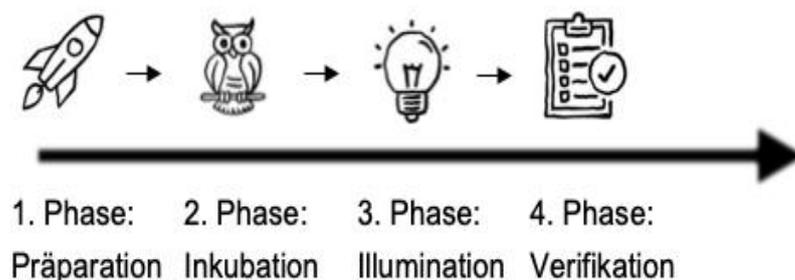


Abbildung 10: Das Vier-Phasen Modell nach Wallas

1. Präparation:

Gestartet wird mit der Vorbereitung. Die Fragestellung bzw. das Problem wird analysiert. Es werden Strukturen zu vorhandenem Wissen aufgebaut, sodass die Fragestellung konkret zugeordnet werden kann (vgl. Brunner 2008, S. 47). Dazu wird überwiegend die linke Gehirnhälfte eingesetzt. Es werden erste Lösungsmöglichkeiten in Erwägung gezogen, allerdings sind deren Ergebnisse nicht befriedigend. Dadurch kommt Frustration auf (vgl. Bacherra; Malorny; Schwarz 2020, S. 28).

2. Inkubation:

Aus dem Lateinischen entnimmt man dem Wort „incubare“ die Bedeutung ausbrüten. Statt vehement auf eine Lösung zu beharren, befasst man sich bewusst mit anderen Dingen. Unterbewusst wird allerdings weiter über die Fragestellung „gebrütet“ (vgl. Brunner 2008, S. 47). Das rechtshirnige Denken durchforstet das Gedächtnis nach „sämtlichen Informationen und bisherigen Erkenntnissen über das Problem und [versucht es] mit anderweitig gemachten Erfahrungen in Verbindung“ (Bacherra; Malorny; Schwarz 2020, S.28) zu bringen. In den unbewussten Denkprozessen arbeiten die linke und rechte Gehirnhälfte miteinander. Das Ergebnis dieses Prozesses ist dennoch keine konkrete Lösung.

3. Illumination:

Es kommt zum sprichwörtlichen „Aha-Effekt“. Eine plötzliche Eingebung wird dem Lösungssuchenden vor Augen geführt. Die Idee existiert mit wenigen Details. Eine solche Erleuchtung kommt häufig in unerwarteten Momenten, beispielsweise während Freizeitaktivitäten, und muss daher behutsam wahrgenommen werden. Nicht selten wird ein Einfall unbewusst ignoriert oder vergessen.

4. Verifikation:

Überlebt der spontane Einfall, wird in der linken Gehirnhemisphäre kritisch geprüft, ob die Idee zielführend und umsetzbar ist (vgl. Bacherra; Malorny; Schwarz 2020, S.29 f.)

2.6 Kreativitätsmethoden

Grundsätzlich gilt, dass für jede Kreativitätsmethode ausreichend Material zur Visualisierung bereit liegen soll. Dazu zählen, wie in Abbildung 11 dargestellt, verschieden farbige Karten, Filzstifte und Klebestreifen. Für die Ergebnispräsentation eignen sich Tafeln, Pinnwände, Flipcharts mit Magneten und Pinnnadeln gut (vgl. Brunner 2008, S. 95 f.).



Abbildung 11: Visualisierungsmöglichkeiten für den Workshop

2.6.1 Brainstorming

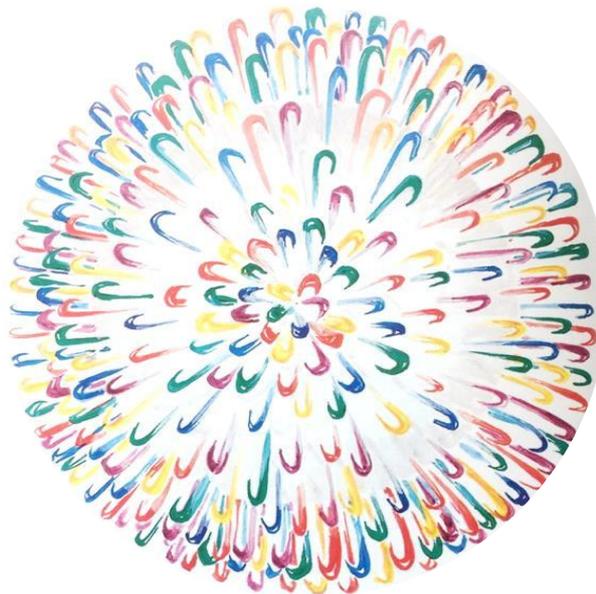
Die am häufigsten verwendete Methode ist das Brainstorming. Alex Osborn (1888-1966), der US-amerikanische Philosoph und Gründer des ersten Instituts für kreative Problemlösung der Welt, entwickelte die Methode in den 1930er Jahren. Die Idee hat Wurzeln im Hinduismus, wo sie von den Hindu-Lehrern als traditionell-religiöses Ritual praktiziert wird. Osborn legte fest, dass ein Moderator eine klare und möglichst einfache Fragestellung an einen bis maximal acht Teilnehmer stellt. Innerhalb von ca. 30 Minuten sollen die Teilnehmer spontan ihre Einfälle dazu äußern. Der Protokollant notiert alle Einfälle für jeden einsehbar, z.B. an einer Tafel. Die Methode findet Einsatz bei eindeutigen Fragestellungen, die sich an eine gemischte Gruppe oder an Fachleute richten. Auch als Themeneinstieg oder bei Denkblockaden eignet sich diese Methode. Brainstorming hat die Welt durch ihre einfache Umsetzung erobert. Es bedarf kaum eines Vorbereitungsaufwands und der Ablauf ist für jeden verständlich. Effekte der Synergie können gefördert werden, da sich die Teilnehmer gegenseitig dazu anregen, über nicht naheliegende Ideen nachzudenken und diese gemeinsam zu diskutieren. Gleichzeitig kommt eine lockere Stimmung auf, die positiv zur Gruppendynamik beitragen kann. Dennoch kann es sein, dass in gemischten Gruppen mit unterschiedlich vertretenem Fachwissen und Hierarchien sich Teilnehmer mit geringerem Fachwissen nicht trauen, das Wort zu ergreifen. Die Aufgabe des Protokollanten ist nicht zu unterschätzen, da er in hoher Geschwindigkeit alle Einfälle notieren muss. Nicht außer Acht gelassen werden darf, dass es keine stille Phase gibt, in der sich die Teilnehmer ungestört auf die Fragestellung konzentrieren können. Daher sollten verschiedene Methoden zum Einsatz kommen, um die Problemlösung voranzutreiben (vgl. Brunner 2008, S.125 ff.).

2.6.2 Mind Map

Tony Buzan präsentierte 1974 erstmalig die „Mind Mapping“ Methode (vgl. Buzan; Buzan 2002, S. 15). Der Londoner studierte Psychologie, Anglistik, Mathematik und Allgemeine Naturwissenschaften (vgl. Brunner 2002, S. 222).

Während seiner Studienzeit sprach er von folgender Erfahrung: „Je mehr ich aufzeichnete und lernte, umso weniger schien ich paradoxerweise zu erreichen“. (Buzan; Buzan 2002, S. 11) Er war auf der Suche nach einem Konzept, das ihm dabei half, sein Hirn effektiv zu nutzen, indem es seine Gedanken und gelerntes Wissen nachhaltig strukturierte. Nach vergeblicher Suche befasste er sich selbst mit der Entwicklung einer neuen Gedankenstütze (vgl. Buzan; Buzan 2002, S. 11).

Er arbeitete die Informationsverarbeitung des Gehirns durch radiales Denken auf und prägte diesen Begriff maßgeblich. In seinem Buch erläutert er den Begriff, anhand des Beispiels „Schmecken einer reifen Birne“. „Jegliche Information, die [das] Gehirn erreicht [...] kann als eine zentrale Kugel dargestellt werden, von der Hunderte, Tausende [...] von „Haken“ ausgehen“ (Buzan; Buzan 2002, S. 53). Die bildliche Veranschaulichung dazu ist in Abbildung 12 dargestellt.



*Abbildung 12: Graphische Darstellung eines einzigen "Informationsteils" im Gehirn
(entnommen aus Buzan; Buzan 2002, S. 54).*

Die Birne ist also der Auslöser dafür, dass Verknüpfungen, die sogenannten Haken, zu Assoziationen im Gehirn geknüpft werden. Von diesen Assoziationen gehen wiederum mehrere Haken aus, sodass sich ein großer verzweigter Datenspeicher in unserem Kopf ablichtet (vgl. Buzan; Buzan 2002, S. 53).

So wie sich das Gedächtnis aufbaut, gestaltet sich auch der Aufbau einer Mind Map. Als eine Art des schriftlichen Brainstormings, das i.d.R. einzeln umgesetzt wird, wird das Problem graphisch zerlegt. Zentral steht das Problem und bildet den Hauptstamm des Bildes. Aus diesem Stamm sprießen weitere Äste mit Informationen und Einfällen zum Problemstamm. Von diesen Ästen aus können weitere Zweige mit Ergänzungen entspringen (Brunner 2002, S. 221). Dem Entwerfer ist es freigestellt, ob er die Darstellung ausschließlich mit Lettern prägt oder assoziativ Skizzen, Farben, Symbole etc. hinzufügt.

Die Methode hat vielseitige Einsatzmöglichkeiten; sie kann zum einen als Merkblatt für alle Gedanken zu einer Problemstellung dienen. Auch Verbindungen von neuem Wissen mit bereits verankertem Wissen, Einstellungen oder Assoziationen können skizziert werden. Oder sie kann als Auswahldarstellung zur Entscheidungsfindung genutzt werden (vgl. Brunner 2002, S. 225).

Buzan postuliert als Vorteile seiner Methode für den kreativen Denkprozess das Festhalten der Inkubationsphase. Ebenso wird der Prozess der Ideengenerierung unterstützt und verstärkt. Durch malerische Gestaltung einer Mind Map schweift der Entwerfer gedanklich weiter ab und kann so auf noch entferntere Ideen stoßen. Der Entwerfer begutachtet gleichzeitig mehrere Aspekte (vgl. Buzan; Buzan 2002, S. 164). Außerdem dient diese Methode über eine detaillierte Darstellungsweise zum besseren Verständnis sehr komplexer Themen.

Die Mind Map stellt eine Dokumentation der Gedanken des Erstellers zur Problemstellung dar und sollte daher anschließend erläutert werden. Ergänzungen nachträglich wirken häufig unübersichtlich. Nur der Ersteller selbst kann die Bedeutung von Schlagwörtern und Symbolen zuordnen. Damit es für Außenstehende verständlich wird, empfiehlt sich eine Mitschrift (vgl. Brunner 2002, S. 242 f.).

2.6.3 Crazy 8

Diese Kreativitätsmethode ist ein Teil des sogenannten Design Sprints. „Design Sprints sind eine von einem [Moderator] geführte, an strenge Zeitvorgaben gebundene Abfolge von Übungen, die ein interdisziplinäres Team zur fokussierten Lösung eines Problems in hoher Geschwindigkeit durchläuft“ (Noack; Díaz 2019: S. 19). Das bedeutet, dass sich Stress auch positiv auf das Ausleben von Kreativität ausüben kann. Ein begrenzter Zeitraum kann als Druckmittel zum Kreativen Denken wahrgenommen werden.

Ein Teilnehmer faltet ein Blattpapier gemäß Abbildung 13. Der Moderator formuliert das Problem oder einen Teilbereich dessen. Die Teilnehmergruppe hat nun pro Feld auf dem Faltebogen 30 bis 60 Sekunden Zeit, Gedanken, Skizzen o.ä. zur Problemstellung einzutragen.

Als Ergebnis werden acht Lösungsvorschläge zusammengetragen. Anschließend erklären sich die Teilnehmer. Innerhalb kurzer Zeit ergibt sich ein Pool an Ideen. Die Dynamik kann spielerisch als Wettbewerb unter den Teilnehmern aufgefasst werden. Jeder versucht, alle Felder auszufüllen. Dadurch werden verschiedene Themenfelder abgedeckt und es existiert nicht nur „ein fixer Gedanke“ (vgl. Striedner, 2020). Die Methode birgt allerdings auch die Gefahr, dass die Vorschläge zu weit von der Problemstellung abschweifen und nicht zur Lösung des Problems beitragen.

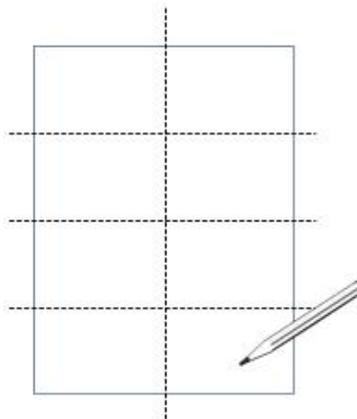


Abbildung 13: Crazy 8 Material

2.7 Ideenbewertung

2.7.1 Einfache Punktmethode

Die Ideen werden nach Durchlauf der kreativen Phase zusammengetragen und diskutiert.

Noch im Workshop bewerten die Teilnehmer die Ideen nach der sogenannten „Einfachen Punktmethode“. Jeder Teilnehmer erhält drei Klebepunkte. Diese dürfen nun an verschiedenen Ideenansätzen zur Bewertung angeklebt werden. Am Ende ergibt sich ein übersichtliches Bild, wie in Abbildung 14, welche Ideen zu den Favoriten zählen und umgesetzt werden sollen (vgl. Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S. 112).

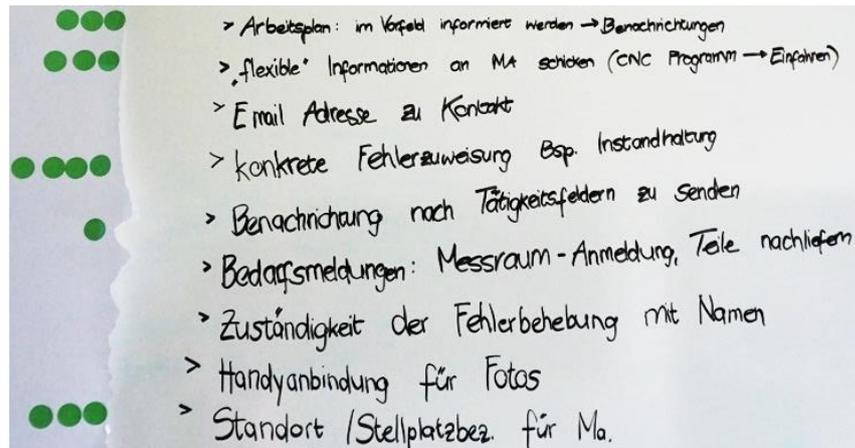


Abbildung 14: Einfach Punktmethode zur Bewertung der Ideenansätze

2.7.2 PPCO Model

<p>Pluses (Positives)</p> <p>Was gefällt Ihnen an der Idee?</p>	<p>Potentials (Potenziale)</p> <p>Welche Möglichkeiten sehen Sie in der Zukunft durch die Idee?</p>
<p>Concerns (Bedenken)</p> <p>Welche Bedenken verbinden Sie mit der Idee?</p>	<p>Overcome Concerns (Bedenken bewältigen)</p> <p>Wie können Sie diese Bedenken bewältigen?</p>

Tabelle 2: "Mit der PPCO-Methode werden Vorteile, Potentiale und Hürden sowie Ansätze zur Bewältigung der Hürden übersichtlich zusammengefasst" (entnommen aus: Müller-Roterberg 2020, S. 209).

PPCO leitet sich aus den englischen Begriffen **Pluses**, **Potentials**, **Concerns** und **Overcome Concerns** ab (siehe Tabelle 2). Pluses beschreiben die positiven Aspekte der Idee. Die Potenziale einer Idee werden in potentials gelistet. Concerns befassen sich mit den Bedenken rund um die Realisierung des Ideenansatzes. Letztlich werden in Overcome Concerns Gegenmaßnahmen zur Lösung dieser Bedenken erregenden Einwände ausgearbeitet. Vorteile dieser Methode liegen darin, dass eine Idee nach mehreren Aspekten untersucht wird (vgl. Müller-Roterberg 2020, S. 209 f.). Das Ergebnis ist eine konstruktive Rückmeldung zu jedem Ideenansatz.

2.7.3 Checkliste

Um weiter sicherzustellen, keine Details außer Acht zu lassen, empfiehlt sich die Bewertung mit einem Checklisten-Katalog, wie in Tabelle 3. Die Fragen zu den

Kriterien sollen mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden (vgl. Müller-Roterberg 2020, S. 210 f.).

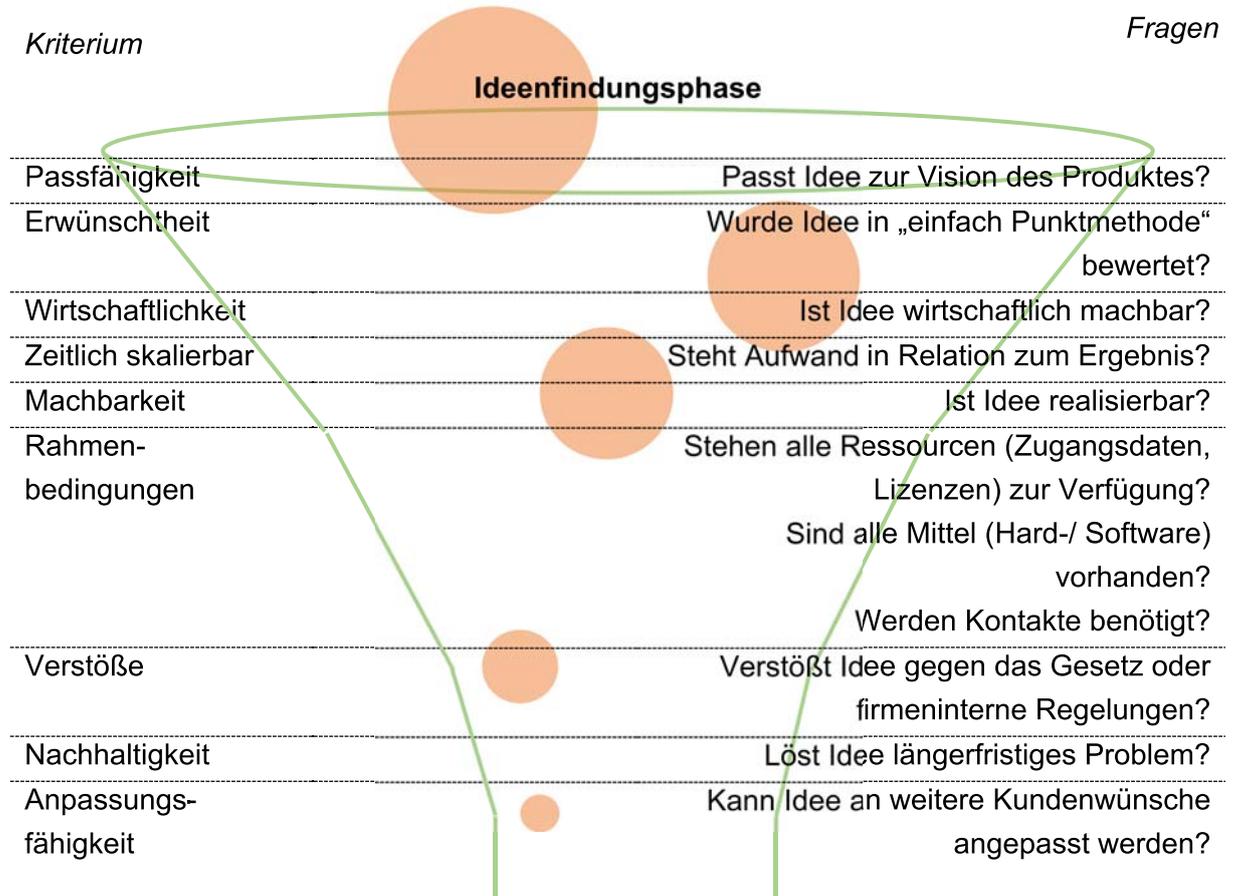


Tabelle 3: Checklisten-Katalog mit Fragen zu verschiedenen Kriterien
(in Anlehnung an Moser 2012, S. 43).

2.8 Kano-Modell

Das Kano Modell entstand in den 1980er Jahren durch Professor Noriaki Kano an der Universität in Tokio. Mit Hilfe dieses Modells wird untersucht, auf wie viel Kundenzufriedenheit ein Produkt oder eine Dienstleistung stößt. Dass eine Innovation die Kundenzufriedenheit anhebt, stellt Kano in Frage. Zur Untersuchung einer Leistung gegenüber Kundenzufriedenheit wird diese in ihre Funktionen untergliedert. Den Funktionen eines Produktes oder einer Dienstleistung können charakteristisch die folgenden drei Hauptmerkmale zugeordnet werden.

1. Das Basismerkmale: Der Kunde nimmt die Funktion einer Leistung nicht wahr. Sie löst keine Zufriedenheit aus. Die Funktion hat sich beim Kunden als Voraussetzung etabliert und löst daher erst bei Wegfall Unbefriedigung aus.

2. Das Leistungsmerkmal: Dieses Merkmal fällt je nach Kunde individuell aus. Bei Erfüllung entfacht es beim Kunden eine linear steigende Zufriedenheit.
3. Das Begeisterungsmerkmal: Dieses Merkmal ist erfüllt, wenn der Kunde auf eine ungeahnte Funktion stößt und diese begeistert quittiert (vgl. Winz 2016, S. 6 f.). Durch dieses Merkmal differenziert sich das Produkt oder die Dienstleistung von seinen Wettbewerbern und trägt daher positiv zur User Experience bei (vgl. Moser 2012, S. 15).

Die Einteilung in diese drei Kategorien verhält sich dynamisch. Beispielsweise kann ein Wettbewerber ein Begeisterungsmerkmal kopieren, sodass es sich zum Leistungsmerkmal wandelt und im Laufe der Zeit zum Basismerkmal wird (vgl. Winz 2016, S. 7).

Der dynamische Wandlungsprozess findet auch beim Kunden selbst statt. Ein positives Erlebnis mit einer Funktion kann ein Begeisterungsmerkmal auslösen. Da dem Kunden nun neue Möglichkeiten bewusst sind, steigert sich automatisch seine Erwartungshaltung. Der Kunde steckt seine Anforderungsgrenzen neu (vgl. Moser 2012, S. 14 f.). Das Modell hilft, die Anforderungen eines Kunden einzuschätzen und ggf. Optimierungsbedarf aufzudecken.

2.9 SWOT-Analyse

Eine weitere Methode zur Einschätzung von Optimierungsbedarf ist die SWOT-Analyse. Die Abkürzung „steht für **S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunities und **T**hreats, was ins Deutsche mit Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken übersetzt wird“ (Pflüger 2020, S.64). Die Analyse kann in der sechsten Phase des Workshops auf das Feedback angewendet werden, indem es die Rückmeldung zur Smartwatch-Anwendung systematisch gliedert.

Diese Eigenschaften sind beeinflussbar und charakterisieren das Produkt. Beispielsweise ein positives Nutzererlebnis trägt zur Stärke der Applikation bei, während Aspekte, die fehlen, eine Schwäche darstellen.

„Dem gegenüber stehen die Chancen und Risiken des Marktes“ (Pflüger 2020, S.65). Diese sind von außen wirkende Einflüsse und können im Vergleich zu den vorherigen Eigenschaften nicht beeinflusst werden. Als Chancen können beispielsweise Marktdynamiken betrachtet werden, wohingegen sich Risiken in politischen Entscheidungen verbergen können.

Um die sogenannte SWOT-Matrix in Tabelle 4 zielführend auszufüllen, empfiehlt es sich viele verschiedene Meinungen einzuholen.

SWOT-Analyse		Interne Analyse	
		Stärken	Schwächen
Externe Analyse	Chancen	<p><i>Ausbauen:</i> Aus welchen Stärken ergeben sich neue Chancen?</p>	<p><i>Aufholen:</i> Welche Schwächen können eliminiert werden, um neue Chancen zu nutzen?</p>
	Risiken	<p><i>Absichern:</i> Welche Stärken verringern Risiken?</p>	<p><i>Vermeiden:</i> Wie kann vor Schaden geschützt werden?</p>

Tabelle 4: SWOT-Matrix

Die zusammengetragenen Fakten werden den vier Feldern der Matrix zugeordnet, um sie in Zusammenhang zueinander zu bringen und daraus Strategien zu entwickeln. Die Strategien können folgendermaßen lauten:

- **Ausbauen:** Chancen nutzen, die durch eigene Stärken umsetzbar sind
- **Aufholen:** durch Abbau eigener Schwächen, Chancen nutzen
- **Absichern:** um sich vor Risiken zu schützen, eigene Stärken fördern
- **Vermeiden:** mit dem Wissen über eigene Schwächen (weitere) Schäden vermeiden

2.10 Business Model Canvas

Alexander Osterwalder präsentierte 2011 gemeinsam mit Yves Pigneur das Konzept in seinem Buch „Business Modell Generation“. Das Konzept „Business Model Canvas (BMC)“ wurde entworfen, um ein Geschäftsmodell zu beschreiben und zu überdenken. Dabei kann beispielsweise ein eigenes Projekt, das eines Mitstreiters oder ein neues Entwicklungsprojekt evaluiert werden. Die Schablone in Abbildung 15 zeigt, wie ein Geschäftsmodell visualisiert wird. Weltweit findet diese Schablone Anwendung, da sie schlüssig und einfach aufgebaut ist. Somit hat sie sich zu einem Basistool entwickelt, auf dem aufbauend über neue Strategien gesprochen werden kann. Das Konzept unterteilt ein Geschäft in neun Segmente aus vier Bereichen. Anhand dieser Segmente wird innerhalb kurzer Zeit verständlich, „aufgrund welcher Logik ein Unternehmen Geld verdienen möchte“ (Osterwalder; Pigneur 2011, S.19).

Die Business Model Canvas

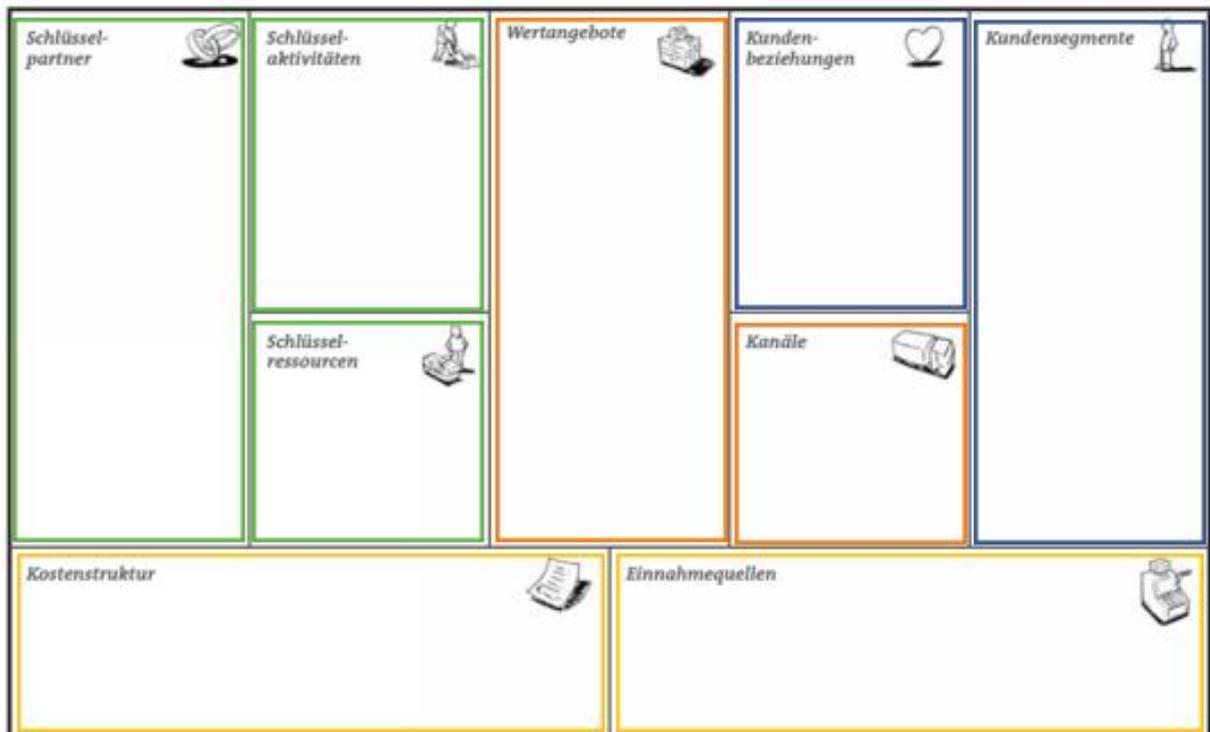


Abbildung 15: Schablone für die Business Model Canvas
(entnommen aus: Osterwalder; Pigneur 2011, S. 48).

Die vier Bereiche sind in der Abbildung farblich markiert und gliedern sich folgendermaßen:

Wer (blau)?

- *Kundensegmente*: Für welchen Kunden könnte das Geschäft Vorteile haben? Welche Anforderungen und Eigenschaften hat dieser Kunde?
- *Kundenbeziehung*: Welche Beziehung wird zu dem Kunden aufgebaut? Welche Beziehungen bestehen bereits und wie harmonisch laufen diese ab? Erfordern verschiedene Kundenstämme auch verschiedene Beziehungen?

Was (orange)?

- *Wertangebot*: Welche Probleme oder Bedürfnisse des Kunden können mit welchen Werten beseitigt bzw. erfüllt werden? Was für Werte werden dem Kunden vermittelt?
- *Kanäle*: Was für Vertriebskanäle sind erforderlich, um jeden Kundenstamm zu erreichen?

Wie (grün)?

- *Schlüsselpartner*: Welche strategischen Partner oder Lieferanten sind für das Geschäft erforderlich?

- *Schlüsselaktivitäten*: Welche Aktivitäten sind für das Aufrechterhalten des Werteangebots, der Kundenbeziehung und der Generierung von finanziellen Einkünften nötig?
- *Schlüsselressourcen*: Welche physische (z.B. Gebäude, Maschinen) und nicht-physische (z.B. Lizenzen, Softwares), personelle sowie finanzielle Mittel werden für die Realisierung des Nutzenversprechens benötigt?

Warum (gelb)?

- *Kostenstruktur*: Was für Kosten beinhaltet die Umsetzung des Geschäftes?
- *Einnahmequellen*: Für welche Werte ist der Kunde bereit zu bezahlen? Welchen Ertrag kann das Geschäft abwerfen (vgl. Schmeisser et al (2016): S.22 ff.)?

3 Ist- Analyse

3.1 Mechanische Fertigung

In Kapitel 2.1.2 wurde bereits aufgeführt, dass bei Deckel Maho ein Maschinenbediener für mehrere Anlagen im Shopfloor zuständig ist. Durchschnittlich betreut eine Person zwei bis drei Maschinen. Ein optisches Lichtsignal weist auf Statusänderungen der Maschine hin. Das Lichtsignal, ein Leuchtstreifen ist in der Maschinenverkleidung links von der Maschinenraumtür integriert. Dieser Streifen erfüllt denselben Zweck, wie eine Andon-Ampel. Während des Mehrmaschinenbetriebes muss gezielt auf diesen Streifen geblickt werden, um sich über die Statusänderung einer Maschine zu informieren. Außerdem sind sogenannte Terminals an jeder Maschine eingerichtet. Diese Bildschirme geben ebenfalls Auskunft über den Arbeitsstatus der installierten Maschinen. Bei Stillstand wird i.d.R. nach drei Minuten eine Rechtfertigung für die Unterbrechung eingefordert. Folglich ist der Maschinenbediener bemüht spätestens nach drei Minuten zu reagieren. Um sich auf die Stehzeiten der Maschine in etwa einzustellen, versucht sich der Maschinenbediener die Zeitpunkte in etwa auszurechnen und gleicht diese regelmäßig mit einer Wanduhr ab, wenn er sich nicht in unmittelbarer Nähe zur Leuchte oder dem Terminal befindet. Programmunterbrechungen, zum Messen, Ein- oder Umspannen, können so kalkuliert werden. Unvorhersehbare Stillstände, aufgrund beispielsweise Kühlschmierstoffmangel, fehlendem Werkzeug usw., bleiben jedoch, wenn sich der Mitarbeiter nicht in unmittelbarer Nähe zur Maschine befindet, vorerst unentdeckt. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn sich der Mitarbeiter auf den Weg zum

Werkzeugwechselplatz befindet, welcher sich außerhalb der Abteilung in einem separaten, geschlossenen Raum befindet. Des Weiteren betreut ein Maschinenbediener aus Sicherheitsgründen den kompletten Fertigungsprozess des ersten Teiles eines Fertigungsauftrages. Ähnlich verhält es sich beim erstmaligen Einsatz eines neuen Werkzeuges (vgl. Dreier, 2021).

3.2 Smartwatch-Anwendung

Die Darstellung Abbildung 16 zeigt den Stand des Smartwatch *Mock Ups* im Oktober 2020. Die aufgeführten Ideen stammen von Vorgängern im Projekt, die sich im Rahmen einer Projektarbeit mit diesem Thema im Sommersemester 2020 befasst haben.

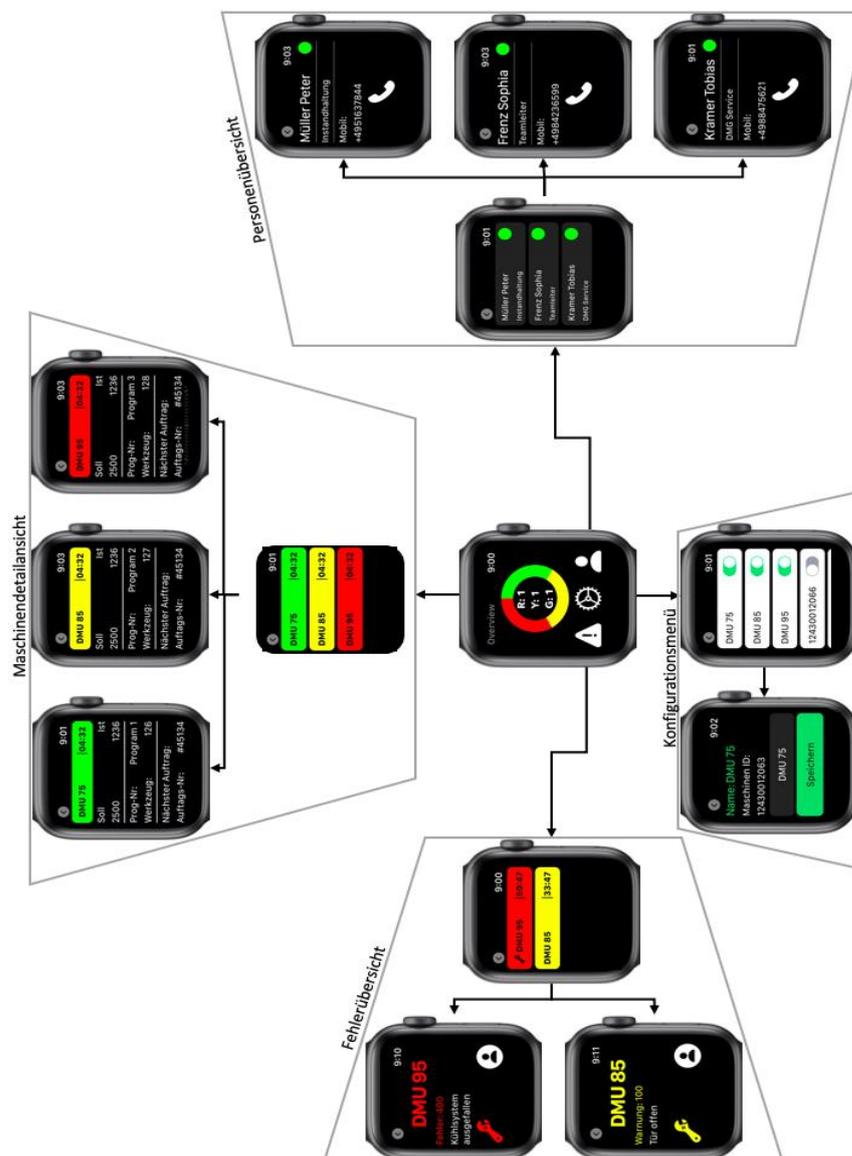


Abbildung 16: Ist-Stand der Smartwatch Anwendung im September 2020

Der *Homescreen* zeigt einen geschlossenen Kreis. Dieser Kreis versinnbildlicht den aktuellen Status aller eingebundenen Maschinen. Zusätzlich kann im Inneren des Kreises abgelesen werden, wie viele Maschinen jeweils einen roten, gelben oder grünen Status haben. Beim Antippen des Kreises gelangt man in die allgemeine Maschinenübersicht. Hier sind alle eingebundenen Maschinen mit einem Platzhalter für die Restlaufzeit einsehbar. Da der Werkzeugmaschinenhersteller Deckel Maho noch keine Daten zur Restlaufzeit zur Verfügung gestellt hat, funktioniert diese Applikation nicht. Beim Anwählen einer Maschine öffnet sich deren Detailansicht. In der funktionsfähigen App ist das aktuelle Werkzeug im aktuellen Programm einsehbar. Für die Einbindung des nächsten Auftrages und Werkzeuges fehlen die passenden Daten.

Der Homescreen verfügt außerdem über drei *Icons*. Mit dem rechten Icon öffnet sich die Personenübersicht, die mit Telefonnummern hinterlegt ist. Der Kreis hinter dem Namen gibt Auskunft über die Verfügbarkeit der jeweiligen Person.

Das Zahnrad-Icon lässt den Anwender in ein Konfigurationsmenü springen. Durch Verschieben des Reglers rechts von der Maschinenbezeichnung können Maschinen für die Anwendung aktiviert bzw. deaktiviert werden. Durch Anwählen einer konkreten Maschine öffnet sich eine weitere Möglichkeit, mit der die Maschine umbenannt werden kann.

Das linke Icon, ein Warndreieck, öffnet die Fehlerübersicht aller fehlerhaften Maschinen. Die fortlaufende Zahl hinter der Maschinenbezeichnung verrät, wie lange der Fehler schon existiert. Der jüngste Fehler der jeweiligen Farbkategorie steht an erster Stelle. Möchte der Maschinenbediener nun genaueres über die Fehlerursache erfahren, wählt er die Maschine an. Es erscheint die Fehlerdetailansicht mit zugehörigem Fehlercode und -beschreibung. Durch das Anwählen des Schraubenschlüssels in der linken Ecke signalisiert der Werker, dass er sich selbständig um die Fehlerbehebung kümmern kann. Als Erinnerung erscheint das Werkzeugsymbol auch in der Fehlerübersicht links von der Maschinenbezeichnung. Für den Fall, dass der Werker nicht selbständig der Fehlerbehebung nachkommen kann, hat er die Möglichkeit durch Anwahl des Icons für Personenübersicht, sich Hilfe hinzuzuholen. In der Personenübersicht kann er sich einen passenden Kontakt aussuchen und diesen durch Tippen anwählen. Der Kontakt erscheint mit Namen, Verfügbarkeitsstatus sowie Berufsbezeichnung oder Abteilung. Die Abbildung dient als Telefonbuch, d.h. es kann nicht direkt über die Uhr telefonisch Kontakt aufgenommen werden. Das Antippen des Telefonhörers verändert die Farbe des Verfügbarkeitsstatus einer Person in Rot.

Abbildung 17 erklärt die Architektur der Applikation. Alle zwei Sekunden fragt die Uhr per HTTP-Request den Webserver im Digital Laboratory nach Daten. Auf dem Webserver im Digital Laboratory läuft ein Teil der Software, der wiederum die Daten eines Industrie-PCs (IPC) abrufen. Auf dem IPC ist ein Adapter installiert, welcher nötig ist, um auf die Mongo Datenbank (DB) zuzugreifen. Die Mongo DB sammelt alle Maschinendaten. Diese Daten werden vom Adapter auf den Webserver im Labor gesendet. Der Webserver filtert die Daten, die für die Uhr relevant sind und transformiert sie in ein für die Uhr passendes Format. Als Antwort erhält die Uhr nun die aktuellen Daten der angebotenen Maschinen.

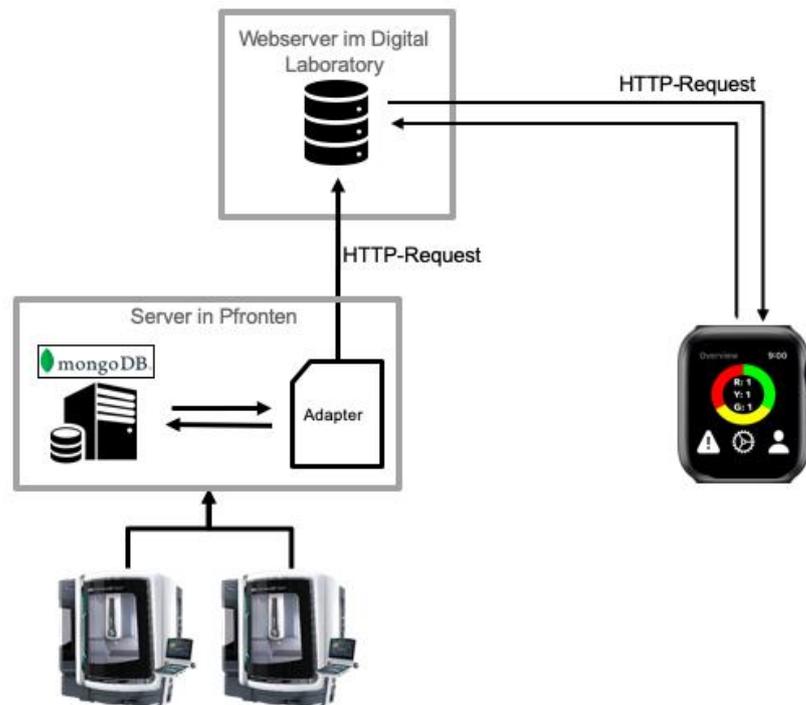


Abbildung 17: Architektur der Applikation

4 Konzepterweiterung

4.1 Anwendungsfall

Wie ein möglicher Anwendungsfall in der Industrie ausfallen könnte, wird nachfolgend beschrieben.

Zehn unterschiedliche Werkzeugmaschinen stehen in einer Produktionshalle. Auf jeder Maschine läuft ein anderes Fertigungsprogramm ab. Es unterscheiden sich auch Bearbeitungsdauer und Stückzahl je Maschine. Für die Maschinen sind zwei

Mitarbeiter zuständig. Ein Mitarbeiter kümmert sich um je fünf Anlagen. Die Zuordnung erfolgt nach Wissens- und Erfahrungsstand über die jeweilige Maschine oder dem ablaufenden Programm. Abbildung 18 zeigt eine schematische Übersicht der Produktionshalle. Die Zugehörigkeit der Anlagen zum betreuenden Mitarbeiter ergibt sich aus den Farben. Demnach müssen verschieden lange Arbeitswege von den Mitarbeitern zu ihren Maschinen zurückgelegt werden. Bis heute wird der Status einer Maschine über ein Andon- Lichtsignal visualisiert.

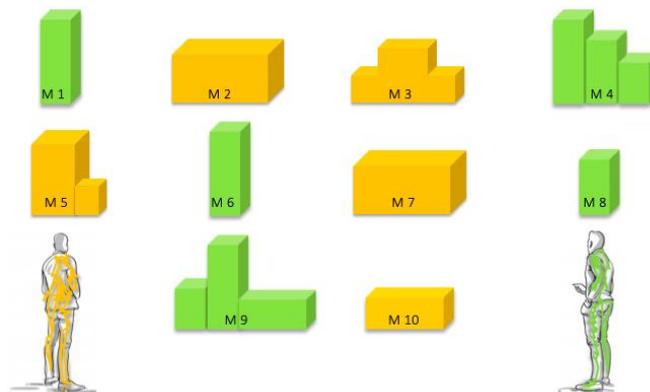


Abbildung 18: Schematische Produktionshallen-Übersicht

Während sich der grüne Mitarbeiter um die Anlage M4 kümmert, springt das Lichtsignal der Anlage M9 auf Rot. Da aus seiner Perspektive das Signal nicht einsehbar ist, registriert er die Störung nicht und arbeitet weiter. Mit Hilfe einer Smartwatch, die er am Arm trägt, wird er allerdings auf die Störung durch eine *Push-Benachrichtigung* mit Vibration aufmerksam gemacht. Der Benachrichtigung entnimmt er die betroffene Anlage mit Angaben zu Fehlerbezeichnung, dem Fehlercode und einer kurzen Fehlerbeschreibung.

4.2 Probandenauswahl

Um möglichst viele interne Kundensegmente im Design Thinking Workshop abzudecken und so eine höhere Aussagequalität, welche Anforderungen oder Eigenschaften ein Kunde haben könnte, zu erhalten, wurde eine Liste mit 30 Probanden aus unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern zusammengestellt. Die Probandenwunschliste gliederte sich wie folgt:

- 9 Maschinenbediener/ Anwendungstechniker
- 8 Meister/ Fertigungsleiter
- 9 Instandhalter
- 2 Kunden
- 1 Geschäftsführung

- 1 Vertriebsmitarbeiter

Die Auswahl sollte alle Anwendergruppen der Firma Deckel Maho Pfronten abdecken. Aufgrund der Corona-Pandemie wurden einige Arbeitsfelder in das Homeoffice verlagert, sodass es schwierig wurde, entsprechende Personen zu finden. Manche Abteilungen, wie die mechanische Fertigung, hatten ein hohes Arbeitsvolumen und konnten kein Personal für den Workshop abstellen. Als Kompromiss wurde der Workshop mit weniger Probanden durchgeführt. Insgesamt nahmen 18 Personen am Design Thinking Workshop teil. 39% waren externe Probanden, die aus dem früheren Arbeitsumfeld der Autorin hinzugezogen wurden.

Die Probanden unterscheiden sich in Geschlecht, Alter, Bildungsstand und Beruf. Der Workshop fand an vier Tagen statt. Viermal wurde der Workshop in einer Gruppe von drei bis fünf Personen durchgeführt und zweimal als Einzelworkshop. Aus Abbildung 19 wird ersichtlich, dass alle Probanden einer informationstechnischen oder technischen Tätigkeit nachgehen. 83% haben einen technischen Beruf. Das durchschnittliche Alter beträgt 29,5 Jahre, wobei der jüngste Proband 21 Jahre alt ist und der älteste 47.

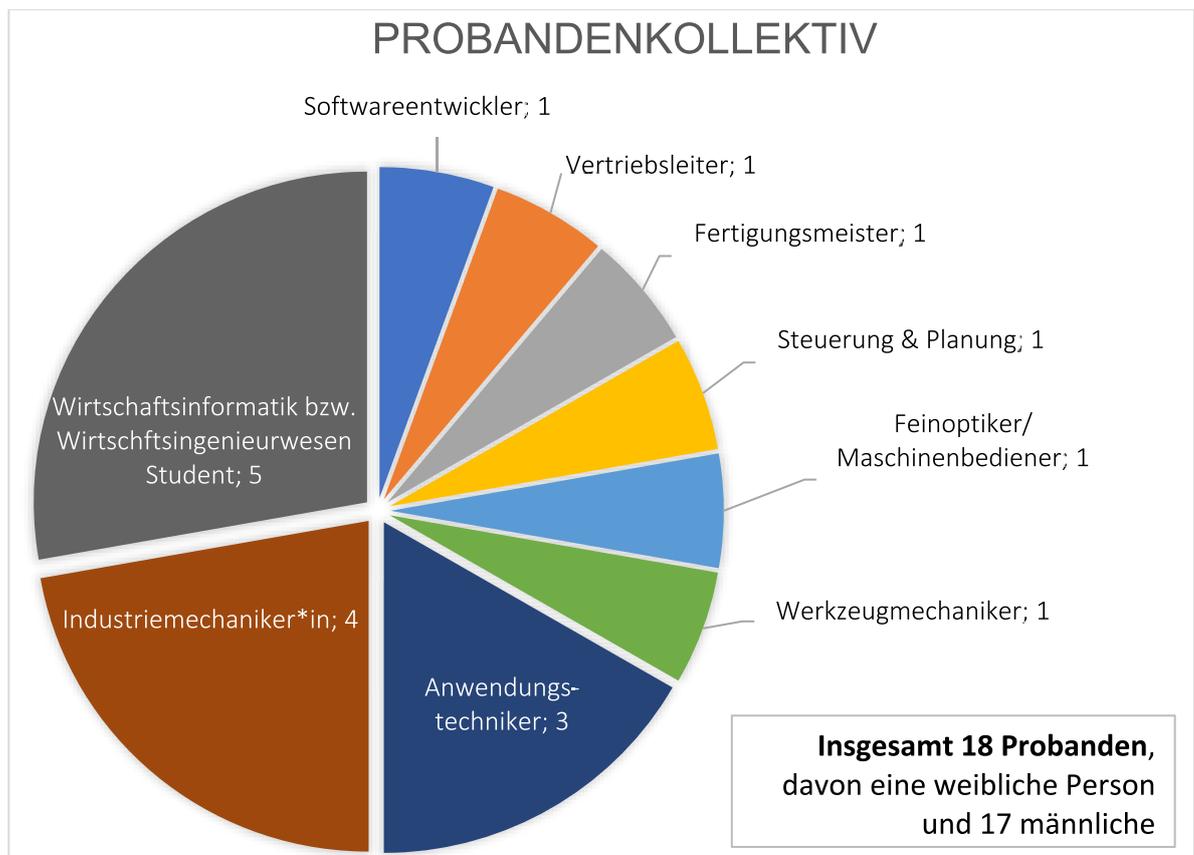


Abbildung 19: Probanden zusammengefasst in ihrer jeweiligen Berufsgruppe

4.3 Raumgestaltung

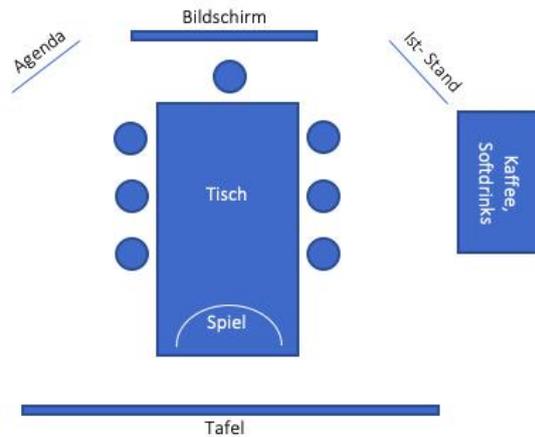


Abbildung 20: Raumskizze

Die Workshops mit den Deckel Maho Mitarbeitern fanden in Pfronten in einem Besprechungsraum der Firma statt. Abbildung 20 zeigt die räumliche Aufteilung. Ein großer Tisch bot bis zu sieben Personen Platz. Die Probanden platzierten sich an den Längsseiten des Tisches und hatten mit Blick nach vorne einen Bildschirm vor Augen. Hier wurde die Präsentation abgespielt. Links und rechts vom Bildschirm befanden sich jeweils verschiebbare Pinnwände. Auf der linken war dauerhaft die Agenda des Workshops einsehbar. Rechts befand sich der aktuelle Stand der Smartwatch Anwendung. Im Rücken hatten die Probanden eine Tafel, die mit Filzstiften beschreibbar war und über eine Papierrolle verfügte.



Abbildung 21: Raumgestaltung und das Shopfloor Modell im Detail

Da sich eine kreative Stimmung erst entfalten kann, wenn rundherum ein entspanntes Umfeld vorliegt (vgl. Backerra; Malorny; Schwarz 2020, S. 16) konnten die Probanden sich an verschiedenen Getränken, wie Kaffee oder Softdrinks sowie gemischten Süßigkeiten bedienen. Außerdem lagen bereits alle Materialien, wie in Abbildung 21 ersichtlich, auf dem Tisch bereit. Dazu zählten Hilfsmittel wie Schere, Kleber, Filzstifte, Leuchtmarker und weitere Buntstifte. Damit sich die Probanden jederzeit Notizen

machen konnten, lagen auch Blätter und verschiedenfarbige Präsentationskarten bereit.

Um sich von der Umgebung inspirieren lassen zu können, lagen zwei Smartwatches zum Ausprobieren am Tisch aus. Außerdem konnten die Probanden den in Kapitel 4.1 beschriebenen Anwendungsfall mit dem aufgestellten Modell in Abbildung 22 nachspielen. Am Ende des Tisches standen unterschiedliche Gegenstände für ein Kennenlern-Spiel bereit. Diese wurden durch gefaltete Papieraufsteller von den anderen Auslagen abgetrennt, um ein ordentliches Erscheinungsbild zu gewähren.

4.4 Durchführung

Die Workshops fanden jeweils am Vormittag statt, sodass die Probanden motiviert ihre volle Konzentration den Aufgaben widmen konnten. Nachdem das Thema des Workshops umrissen und die Agenda an der Pinnwand durchgesprochen war, wurden die Teilnehmer gebeten, sich einen Gegenstand vom Ende des Tisches auszusuchen. Mit Hilfe dieses Gegenstandes sollten sich die Teilnehmer nun vorstellen. Dabei sollte der Gegenstand in die Vorstellung mit eingebaut werden; wie, wurde den Probanden frei überlassen, sodass sie an dieser Stelle schon spielerisch kreativ werden konnten. Diese Vorstellungsrunde wurde positiv aufgenommen und bewirkte eine angenehme, neugierige Stimmung unter den Teilnehmern, sodass in das sechs Phasenmodell der Stanford University eingestiegen werden konnte.

4.4.1 Verstehen

Um die Neugierde auf das, was noch kommt, zu stillen, wurde erklärt, was ein Design Thinking Workshop ist. Erklärt wurden auch das Thema und Ziel des Workshops und weshalb das Mitwirken der Probanden für die Weiterentwicklung der Smartwatch Anwendung essentiell ist. Um den aktuellen Stand der Anwendung zu demonstrieren, wurde ein erklärendes Video vom Digital Laboratory abgespielt. Danach wurde auf konkrete Fragen zum aktuellen Stand an der Pinnwand, die zusammengefasst alle Mock Ups aufzeigte, eingegangen. Nachdem alle Unklarheiten geklärt waren, wurde der Anwendungsfall geschildert.

4.4.2 Beobachten

Fließend wurde in die zweite Phase übergegangen. Die Probanden hatten nun Zeit, sich in den Anwendungsfall hinein zu versetzen, indem sie diesen anhand eines Modells mit Playmobil-Figuren nachspielen konnten. Die ausgelegten Smartwatches konnten angelegt werden, um sich mit der Technik vertraut zu machen. Zusätzlich konnte der aktuelle Stand der App auf den Uhren beurteilt werden. Da die Probanden überwiegend aus dem direkten Nutzerumfeld stammen, kamen schnell Diskussionen auf.

4.4.3 Sichtweise definieren

Um die positiv Grundstimmung der Diskussion sinnvoll aufzugreifen, wurde in die dritte Phase übergeleitet. Die Teilnehmer diskutierten angeregt und legten ihre Sicht auf die Aufgabenstellung fest, welche zusätzlichen Funktionen die Anwendung beinhalten soll und was besser umgesetzt werden könnte. Dies war der Startschuss für die darauffolgende Phase.

4.4.4 Ideen generieren

Durch den Einsatz von Kreativitätsmethoden wurde der Ideenfindungsprozess angeregt. Dabei wurde pro Workshop eine Methode durchlaufen. Machte die Person oder Gruppe einen kreativen Eindruck und brachte zahlreiche Ideen hervor, wurde die Methode „Crazy 8“ angewandt. Diese Methode bereitete den Teilnehmern viel Freude. Für den Beobachter erweckte es den Eindruck, dass die zuerst stille Einzelarbeit anschließend einen intensiven Mitteilungs- und Diskussionsbedarf unter den Probanden anregte. Auf diese Weise leitete sich die Bewertung der Idee von allein in die Wege. Dennoch wurde eine Präsentation der Ideen vor allen anmoderiert. Bei mehr als drei Ideen eines Teilnehmers sollten nur die drei favorisierten präsentiert werden, damit hierfür nicht zu viel Zeit in Anspruch genommen wurde.

War eine Person oder Gruppe weniger motiviert, bestand auch die Möglichkeit, eine Mind Map mit vorformulierten Fragen auszufüllen. Die Fragen lauteten z.B. „Welche Probleme könnten noch gelöst werden?“ oder „Welche Bedürfnisse könnte der Anwender noch haben?“. So wurde der Kreativitätsprozess der Probanden mit Hilfestellungen eingeleitet.

Bei Einzelpersonen oder überforderten Teilnehmern wurde die Möglichkeit des gemeinsamen Brainstormings angeboten. Die Moderatorin stellte gezielte Fragen, ähnlich denen aus dem Mind Map Bogen, und notierte sich die Einfälle der Teilnehmer dazu.

Um für die Ideen tieferes Verständnis zu erhalten, konnten von allen Teilnehmern Fragen an den Erfinder der Funktion gerichtet werden, ehe die Bewertung der Ideen durchgeführt wurde. Dazu wurden die Ideen an der Tafel gesammelt und konnten dann mit Hilfe der Einfachen-Punktmethode von den Teilnehmern bewertet werden.

4.4.5 Prototypen entwickeln

Die Ideen mit den höchsten Punktzahlen wurden unter den Probanden aufgeteilt, um sie als Prototypen grafisch umzusetzen. Die Teilnehmer konnten das Design der neuen Anwendung auf Vordrucken mit einem freien Smartwatch Display festhalten. Eine weitere Möglichkeit war die Tafel, auf der ebenfalls ein vorgemaltes Display mit Piktogrammen oder Zeichnungen ergänzt werden konnte. Alle Probanden zogen allerdings den Vordruck auf Papier vor. Manche versahen ihre Skizzen mit Beschreibungen.

4.4.6 Fragebogen

Während die Entwürfe und Notizen mit Ideen der Teilnehmer eingesammelt wurden, füllten diese einen Fragebogen aus. Der Fragebogen beinhaltet zehn Fragen und ist im Anhang der vorliegenden Arbeit einsehbar. Dieser Programmpunkt zählt nicht zum offiziellen sechs Phasenmodell eines Design Thinking Workshops, sondern dient zur Probandenanalyse dieser Arbeit. Darunter finden sich allgemeine Fragen zum Beruf und Alter sowie persönliche Fragen. In der Zeit des Ausfüllens des Fragebogens konnten die Prototypen von der Moderatorin nochmals studiert werden, sodass Unklarheiten bzw. offene Fragen im Anschluss geklärt werden konnten.

Die Auswertung des Fragebogens ergab folgendes Ergebnis:

Die Probanden fühlten sich während des Workshops hinsichtlich des Merkmals Kreativität neutral. 93% der Befragten interessieren sich grundsätzlich für neue Technik. Die Probanden arbeiten sich überwiegend gerne in neue technische Anwendungen ein oder informieren sich über diese. 43% sind im Besitz einer oder mehrerer Smartwatches. Darunter zählen sich drei Applewatch Träger. Die

Smartwatch Träger verwenden ihre Uhr zu 83% für Aufzeichnungen von sportlichen Aktivitäten. Der Einsatz von Smartwatches in der Industrie oder am eigenen Arbeitsplatz wird neutral eingeschätzt. Auffällig ist jedoch, dass bei einem Altersdurchschnitt von 28,5 Jahren, die jüngeren Probanden, die Smartwatch eher ablehnen als die älteren. Ablehnungsgründe sind etwa die Empfindlichkeit der Uhr gegen Schmutz, Kratzer etc. Weitere Argumente gegen die Smartwatch sind die teure Anschaffung der Uhren und die dauerhafte Erreichbarkeit. Die Probanden befürchten außerdem, dass die Uhr nicht datenschutzkonform ist und der Betriebsrat Einwände haben könnte.

4.5 Auswertung

Insgesamt wurden 26 Ideen während der Workshops generiert. Manche Punkte wurden mehrmals genannt. Dadurch steigt deren Priorität, in der zukünftigen App umgesetzt zu werden. Letztlich befasste sich die Projektgruppe mit der finalen Bewertung der Ideenansätze. Die Einfälle wurden nach den Methoden aus Kapitel 2.7 bewertet.

4.5.1 Umsetzbare Funktionen

In diesem Kapitel wird nur auf die umsetzbaren Einfälle eingegangen.

Es wurde der Wunsch geäußert, Änderungen im Homescreen vorzunehmen. Die eingebundenen Maschinen werden aktuell mit Status in einem geschlossenen Kreis aufgeführt. Die Anzahl der Maschinen je Status steht im Inneren des Kreises. Hier wurde häufig nachgefragt, wofür die Abkürzungen „R“, „Y“ und „G“ stehen. Um die Anzahl selbsterklärender darzustellen, wurde vorgeschlagen sich an der Aktivitäten-Erfassungsfunktion von Apple, wie rechts in Abbildung 22 gezeigt, zu orientieren. Statt der Pfeile am Anfang des Kreisbogens soll die Anzahl der Maschinen stehen.



Abbildung 22: Änderung der Homescreen Darstellung

Ein weiterer optischer Zusatz wurde in der Push-Benachrichtigung für Fehler genannt. Passend zur Fehlermeldung sollten Symbole ergänzt werden. Beispielsweise sollte bei Kühlwassermangel ein Wassertropfen oder Wasserhahn ergänzt werden. Der Fehler soll dadurch visualisiert und vom Träger noch schneller erfasst werden können. Auch der Soll-Ist-Zustand in der Detailansicht einer Maschine soll durch einen Ladebalken, wie in Abbildung 23, visualisiert werden.



Abbildung 23: Visualisierung des Soll-Ist Zustands

In der Kontaktübersicht soll eine Service Hotline von Deckel Maho als fixer Kontakt hinzugefügt werden. Ein Proband wünschte sich den Kontakt an erster Stelle.

Ein Vorschlag der mechanischen Fertigung war es, auch weitere Benachrichtigungen aufzunehmen. Es sollte eine Push-Erinnerung geben, die beispielsweise darauf hinweist, bei einem Werkstück die Stichprobenmessung durchzuführen. Hierfür soll es einen flexibel einstellbaren Timer geben. So kann der Werker je nach Auftrag selbst bestimmen, ob er beispielsweise jedes zweite oder jedes zehnte Teil nachmessen möchte. Des Weiteren kann im Programm ein Maschinenstop programmiert werden. Dieser wird beispielsweise eingerichtet, wenn Messungen getätigt werden sollen oder Umspannungen nötig sind. Da die Maschine in diesem Moment keinen Fehler meldet, steht die Maschine so lange, bis ein Maschinenbediener das Fortlaufen des Programmes quittiert. Um Stillstandzeiten so gering wie möglich zu halten, wäre eine Benachrichtigung praktisch. Um diesen programmierten Befehl „M0“ aufgreifen zu können, muss eine Lösung gefunden werden, wie der Datensatz auf dem Webserver abgelegt werden kann.

Drei Probanden möchten eine Ergänzung des Maschinenstandortes. Die Abbildungen 25 und 26 zeigen, wie unterschiedlich die Prototypen dafür ausfallen. In Abbildung 24 wird der Maschinenstandort lediglich in der Fehleranzeige als Stellplatz aufgeführt.



Abbildung 24: Fehleranzeige mit Standort

Im Gegensatz dazu kann der Maschinenstandort im Vorschlag eines anderen Probanden deutlich detailliert über ein separates Menü eingesehen werden – siehe Abbildung 25.

Pro Halle werden die Maschinen in Zonen eingeteilt und als Rechteck mit entsprechender Statusfarbe dargestellt. Da aus dieser Ansicht nicht erkennbar ist, um welche Maschine es sich konkret handelt, wird dies auf einer extra Seite dargestellt. Durch Wischen mit dem Finger gelangt der Träger auf diese Seite. Dort ist die Zone mit zugehörigen Maschinen, in passender Statusfarbe, unterstrichen aufgelistet. Die Projektgruppe entschied sich letztlich für den ersten Entwurf. Die Beweggründe dafür waren, dass die Applikation nicht mit zu vielen Informationen überladen werden soll. Die Information über den Maschinenstandort ist bei einer Fehlerbenachrichtigung essenziell. So kann der Werker sich direkt auf den Weg machen. Voraussetzung für diese Funktion ist ebenfalls, dass der Datensatz zum Maschinenstandort auf dem Webserver abgelegt ist.



Abbildung 25: Maschinenstandort

Drei weitere Workshop Teilnehmer wünschen sich die Kategorisierung von Fehlern. Statt alle Meldungen von einer Maschine zu empfangen, soll ausgewählt werden können, welche empfangen werden. Wie diese Funktion umgesetzt werden soll, wurde lange von den Probanden wie auch von der Projektgruppe diskutiert. Die Idee besteht darin, nur die für den Smartwatch Träger wichtigen Informationen zu empfangen. Beispielsweise ist die Instandhaltung nur an Meldungen rund um Wartungen interessiert und benötigt keine Meldung für eine Stichprobenmessung. Je nach Maschinentyp umfasst der Fehlerkatalog über 1000 unterschiedliche Meldungen.

Die Projektgruppe schätzt es aufgrund des Arbeitsaufwandes als unrealistisch ein, dass die maschinenspezifischen Meldungen durch das Unternehmen jeweils nach der Relevanz für verschiedene Träger differenziert wird. Des Weiteren würde es zu lange dauern, bis die Uhr die empfangene Meldung mit dem Katalog abgeglichen hat. So wurde die Idee weiterentwickelt, Fehler in Gruppen zusammenzufassen. Dadurch

kann die Auswahl vom Smartwatch Träger schneller getroffen werden. Auch die Abfrage der Uhr kann wesentlich schneller erfolgen. Die De- bzw. Aktivierung von Fehlergruppen soll, wie im Maschinenkonfigurationsmenü, über eine verschiebbare Leiste ausgelöst werden.

Etwa ein Drittel der Probanden möchte die Mitarbeiterzuständigkeit bei der Detailansicht einer Maschine eingeblendet haben. Um diesen Zusatz umsetzen zu können, muss auch hier der entsprechende Datensatz auf dem Webserver hinterlegt sein.

Fünf Teilnehmer wünschen sich die Ergänzung der Restlaufzeit eines Programmes. Die vorherige Projektgruppe hat für diese Funktion bereits einen Platzhalter eingefügt. Jedoch konnte die Funktion noch nicht umgesetzt werden, da die dafür nötigen Daten auf dem Webserver noch nicht abgefragt werden konnten.

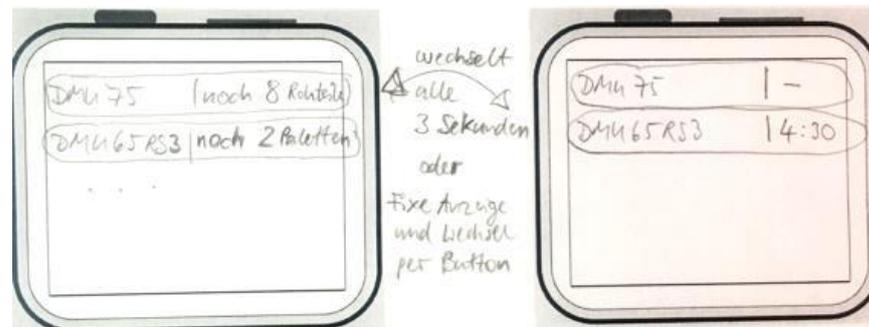


Abbildung 26: Restlaufzeitanzeige in Minuten und Stückzahl

Der Prototyp in Abbildung 26 zeigt die allgemeine Maschinenübersicht. Der Platzhalter soll die Restlaufzeit als Zeitangabe anzeigen können sowie auf die Stückzahl, die sich aus Soll-Zustand minus Ist-Zustand ergibt, wechseln können. Um die Applikation so schlicht wie möglich zu halten, entschied sich die Projektgruppe gegen die Stückzahlanzeige, da sich diese auch aus dem Soll-Ist Zustand in der Maschinendetailansicht schließen lässt. Ein weiterer Vorschlag ist die Restlaufzeit eines Programmes mit einem Timer zu ergänzen. Der Werker soll einen flexiblen Timer einstellen können, wann er vorab benachrichtigt werden möchte, bevor die Maschine zum Stehen kommt.

Der letzte aufgenommene Punkt ist die Einbindung von Fremdfabrikaten. Aktuell greift der Webserver nur auf eingebundene DMG Mori Maschinen zu. In der Realität hat ein Kunde von DMG Mori weitere Maschinenfabrikate in der Produktionshalle stehen. Das Nutzerfeld der Uhr erweitert sich somit.

4.5.2 Nicht umsetzbare Funktionen

Dieser Abschnitt listet eine Auswahl an nicht umsetzbaren Funktionen auf. Ein Vorschlag ist, einen Not-Aus Befehl über die Uhr zu betätigen. Da die Uhr nur Daten abgreifen und keine Befehle an der Maschine ausführen kann, ist die Umsetzung nicht möglich.

Drei Probanden wünschen sich eine Anleitung mit Bildern zur Fehlerbehebung oder zur Rüstanweisung. Abbildung 27 zeigt den Prototypen einer Anleitung. Zu Beginn werden alle Schritte der Reihenfolge nach aufgelistet und können nacheinander angeklickt werden. Die Detailansicht erklärt den Anleitungsschritt detailliert und beinhaltet ggf. Bilder. Das Projektteam schätzt den Arbeitsaufwand hierfür zu groß ein und sieht daher von einer Umsetzung der Idee ab.



Abbildung 27: Anleitung zur Fehlerbehebung oder Rüstanweisung

Etwa ein Drittel der Workshop Teilnehmer hatte den Einfall, eine Möglichkeit zu ergänzen, durch die Benachrichtigungen weitergeleitet werden können. Weitere Teilnehmer wünschten sich eine Benachrichtigungsfunktion, in der freie Inhalte zu einer Maschine versendet werden können, siehe Abbildung 28. Aktuell liegt keine Lösung zur Umsetzung dieser Funktion vor, weshalb diese und die nachfolgenden Funktionen zur Fehlerweiterleitung vorerst nicht umgesetzt werden können.

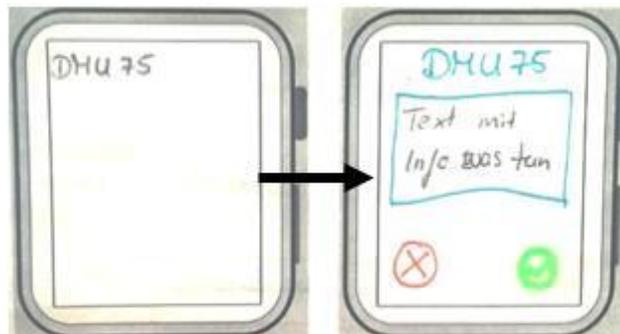


Abbildung 28: Freie Nachrichteninhalte versenden

Wie eine Fehlerweiterleitung umgesetzt werden könnte, hat ein Proband in Abbildung 29 skizziert. Hier soll in der Fehleransicht ein zusätzlicher Button „Weiterleiten“ ergänzt

werden. Durch diesen könnte auf die Kontaktübersicht gesprungen werden. Es kann ein Kontakt ausgewählt werden, an den der Fehler weitergeleitet werden soll.

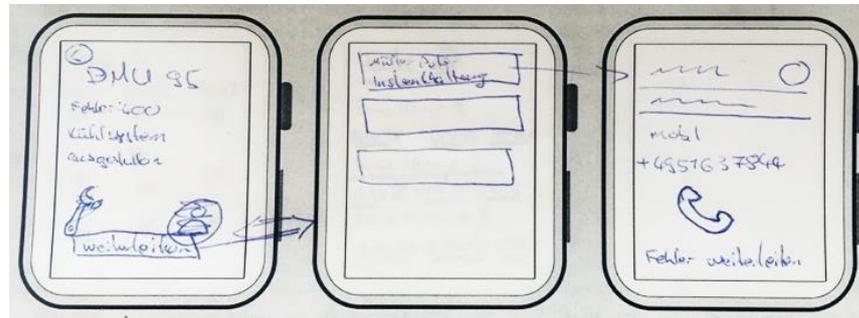


Abbildung 29: Fehlerweiterleitung

In Abbildung 30 wurde eine Fehlerweiterleitung nach Fehlerkategorie, wie zum Beispiel ein mechanischer oder elektrischer Fehler, entworfen. Die Weiterleitung wird über den Schraubenschlüssel aufgerufen. Von hier aus kann zwischen drei Möglichkeiten gewählt werden. Neu hinzugekommen ist, eine Hilfsperson anzufordern für Fälle, in denen ein zweites Paar Hände benötigt wird.



Abbildung 30: Fehler beheben, weiterleiten oder Hilfe anfordern

Weitere Ideen waren eine Sprachauswahl, ein Modus für Farbblinde sowie die App auch für Android oder Smartphones bereitzustellen. Dies sind interessante Einfälle, die zukünftig verfolgt werden können, da sie für dieses Projekt als zu zeitaufwendig eingeschätzt werden.

4.6 Rückmeldung zur implementierten Version

Für den Test bei Deckel Maho wurde in Pfronten eine Werkzeugmaschine in der mechanischen Fertigung angebunden. Getestet wurde die aktuell implementierte Version aus Kapitel 3.2 mit Anpassungen des Homescreens aus Kapitel 4.5.1.

Ziel des Versuches war zu eruieren, ob die Verbindung zum WLAN und der Informationsfluss von der Maschine zur Uhr stabil bleibt. Des Weiteren wurde getestet, wie hoch die Verzögerung zwischen Maschinenstatusänderung und dessen Benachrichtigung auf der Uhr ist. Außerdem wurde Feedback einer Zielgruppenperson eingeholt, um die Applikation zielgruppenorientiert weiter entwickeln zu können.

Für eine Stunde trug eine Industriemechanikerin, die für die Betreuung der Maschine zuständig war, die Smartwatch. Sie bekam eine kurze Einführung über das Ziel der Applikation und wie die Uhr zu bedienen ist.

Die Rückmeldung der Mitarbeiterin wurde in Tabelle 5, zusammengetragen.

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> + Design selbsterklärend + aufeinanderfolgende Schritte sind schlüssig + Symbole sind groß genug, um sie auf einen Blick zu erfassen + löst Begeisterung aus + Anwendung bei Mehrmaschinenbedienung 	<ul style="list-style-type: none"> - Vibration kaum wahrnehmbar - Statusänderung erreicht die Uhr mit 9-11 Sekunden Verzögerung - Ablegen der Uhr, wenn diese beschädigt oder beschmutzt werden könnte - keine Meldung bei Programmunterbrechungen

Tabelle 5: Rückmeldung

Während die Industriemechanikerin die Wendeschneidplatten an Werkzeugen kontrollierte, mit großzügigem Abstand und dem Rücken zur Maschine, traf eine Warnmeldung auf ihrem Handgelenk ein. Die Nachricht informierte sie darüber, dass die Papierrolle zur Filterung des Kühlwassers ihr Ende erreicht hat. Die Frau gab als Rückmeldung, dass sie die Vibration, die auf die Nachricht aufmerksam machen soll, kaum wahrgenommen hat. Der dazugehörige Ton wurde gar nicht bemerkt, da die Umgebungsgeräusche diesen deutlich übertönten. Um zu sehen, ob es sich bei der Rückmeldung einer zu schwachen Vibration um eine einmalige Feststellung handelt, erzeugte ein Kollege in unregelmäßigen Abständen eine künstliche Fehlermeldung, indem er mit dem eingespannten Werkzeug im Eilgang auf den Endschalter der Z-Achse fuhr. Die Testperson gab wieder die Rückmeldung, dass sie die Vibration nur wahrnehme, da sie sich darauf konzentriere. Bei der Fehlererzeugung durch das Überfahren des Endschalters wurde auch beobachtet, dass die Meldung über die rote Statusänderung neun bis elf Sekunden verzögert auf der Uhr als Nachricht erschien. Beide Mitarbeiter wie auch der hinzugezogene Fertigungsleiter stören sich nicht an der Verzögerung. Die Statusänderung von Rot auf Gelb, wenn sich der Werkzeugarm

wieder vom Endschalter entfernte und die dazugehörige Benachrichtigung erfolgte hingegen schneller. Diese erschien nach vier bis fünf Sekunden.

Auf die Frage, ob die Smartwatch beim Arbeiten stören könnte, antwortete die Industriemechanikerin, dass sie sich nicht eingeschränkt fühle. Allerdings würde sie die Uhr bei Tätigkeiten, wo diese beschädigt oder verschmutzt werden könnte, ablegen.

Bedauert wurde auch, dass eine Programmunterbrechung durch einen programmierten Befehl nicht als Nachricht auf der Uhr erschien. Im Test erschien der Befehl am Maschinenmonitor, da das eingewechselte Werkzeug im Werkzeugmagazin vorher neu eingesetzt wurde und aus Sicherheitsgründen kontrolliert werden soll, ob die Angaben zu Länge und Breite mit den tatsächlichen Werten übereinstimmen. Die Testperson gab die Rückmeldung, dass Programme häufig solche Unterbrechungsbefehle aus verschiedenen Gründen beinhalten und die Maschinen jedes Mal zum Stillstand kommen.

Zusammengefasst stehen die Anpassungen aus Tabelle 6 an:

SWOT-Analyse		Interne Analyse	
		Stärken	Schwächen
Externe Analyse	Chancen	<i>Ausbauen:</i> programmierte Befehle, wie Maschinenstops anzeigen	<i>Aufholen:</i> Vibration verstärken
	Risiken	<i>Absichern:</i> Schutzmöglichkeiten für die Uhr	

Tabelle 6: SWOT-Matrix mit Anpassungen

4.7 Einschub über Schutzmöglichkeiten und Verstärkung der Vibration

Wiederholt wurden im Workshop und in der Testphase Bedenken über die Empfindlichkeit der Uhr geäußert. Die Tabelle 7 soll eine Auswahl an Schutzmöglichkeiten für die Uhr aufzeigen. Die Uhr könnte um eine der nachfolgenden Komponenten ergänzt werden und den Träger davon überzeugen, die Uhr während

belastender Arbeiten nicht abzulegen und somit den dauerhaften Informationsfluss zu gewährleisten.

Produkt	Beschreibung
 <p>Abbildung 31: Echtglasscheibe (entnommen aus: real Digital Operations GmbH, 2020).</p>	<p>Echtglasscheiben können auf das Display der Smartwatch aufgeklebt werden. Die Haptik des Touchscreens besteht weiterhin.</p> <ul style="list-style-type: none"> + Displayschutz vor Kratzern + Aufprallenergie wird auf gesamte Scheibe verteilt + gute Oberflächenhaptik <ul style="list-style-type: none"> - Scheibe zerspringt bei Aufprall - wartungsaufwändig, da nach Aufprall Austausch der Scheibe erforderlich ist
 <p>Abbildung 32: 3D-Scheibe (entnommen aus: InnovaSoft, 2020).</p>	<p>3D-Scheiben werden auf das Display geklebt und überdecken zusätzlich den oberen Uhrenrand.</p> <ul style="list-style-type: none"> + Display und oberer Rand wird vor Kratzern geschützt + Aufprallenergie wird auf gesamte Scheibe verteilt + gute Oberflächenhaptik <ul style="list-style-type: none"> - Aufgrund der Foliendicke können flexible Hüllen nicht darübergestülpt werden - anfälliger als 3D-Scheiben, da Rand schnell bricht - durch Wölbung am Rand kann sich Schmutz ansammeln und die Haftung der Scheibe herabsetzen (vgl. Sussmann, 2018)
	<p>Ein flüssiger Displayschutz entsteht durch dreimaligen Auftrag von flüssigen Glaskristallen auf das Display und den Uhrenrand. Die flüssige Schicht härtet im Anschluss und bietet ähnliche Vorteile wie die 3D-Scheibe.</p> <ul style="list-style-type: none"> + Display und oberer Rand wird vor Kratzern geschützt + Aufprallenergie wird auf gesamte Scheibe verteilt + Kratzer können durch Glaskristalle versiegelt werden + 0,0045mm dünne Glasschicht, sodass Hüllen darübergestülpt werden können + gute Oberflächenhaptik <ul style="list-style-type: none"> - Zeitaufwendige Installation - Glasschicht kann bei Aufprall zerspringen - Entfernung der Glasschicht mühselig, da sich Glaskristalle mit Display verbinden (vgl. Innova Soft, 2021)

 <p>Abbildung 33: Kunststofffolien (entnommen aus: amazon.de, 2020).</p>	<p>Kunststofffolien erfüllen denselben Zweck, wie Scheiben und werden ebenfalls auf das Display aufgeklebt. Je nach Anbieter kann zwischen reinen Displayfolien oder Folien mit integriertem Randschutz gewählt werden.</p> <p>+ günstigste Schutzmöglichkeit + Display (und Uhrenrand) wird vor Kratzern geschützt</p> <p>- Oberflächenhaptik ist nicht so gut, wie bei Glas - Folie selbst ist sehr empfindlich gegenüber Kratzern und sieht schnell gebraucht aus - die Energie eines Aufpralles kann weniger gut aufgenommen und verteilt werden, sodass in den meisten Fällen die Displayscheibe der Uhr zerspringt</p>
 <p>Abbildung 34: Flexible Hülle (entnommen aus: apple.com, 2020).</p>	<p>Flexible Hüllen, wie die „OtterBox Exo Edge Case“ umschließt das Display der Uhr. Fällt die Uhr herunter, wirkt der Kunststoffrahmen als Stoßdämpfer und verhindert einen Displayschaden. Gleichermäßen ist der Uhrenrand vor Anstoßen oder Kratzern geschützt.</p> <p>+ günstig + umfassender Schutz des Uhrenrandes + Schutz des Displays bei Aufprall der Uhr auf Boden</p> <p>- Schmutz kann sich unter der Hülle sammeln und dort am weichem Aluminiumgehäuse der Uhr Kratzer verursachen - Kunststoff ist nachgiebig und kann dadurch schnell gebraucht aussehen</p>
 <p>Abbildung 35: Hard-Case (entnommen aus Target Brands, Inc. 2021).</p>	<p>Hard-Cases wirken hochwertiger als die flexiblen Hüllen aus Kunststoff, da sie aus Metall oder Carbon bestehen. Wahlweise können diese auch mit kombiniertem Armband gekauft werden.</p> <p>+ umfassender Schutz des Uhrenrandes + Schutz des Displays bei Aufprall der Uhr auf Boden</p> <p>- Schmutz kann sich unter der Hülle sammeln und dort am weichem Aluminiumgehäuse der Uhr Kratzer verursachen - hohes Eigengewicht (vgl. Sussmann, 2018)</p>

Tabelle 7: Schutzmöglichkeiten für die Apple Watch, 44mm

Für die Anwendung im Shopfloor empfiehlt sich nach Abwägung der Vor- und Nachteile für den Displayschutz ein Vorrat an Echtglasscheiben sowie an zusätzlichen flexiblen Hüllen zum vollständigen Schutz des Uhrenrandes.

Die Vibrationsintensität muss verstärkt werden, um Meldungen besser wahrzunehmen. Das sogenannte haptische Feedback ist im Einstellungsmenü der Uhr regulierbar und wurde nachträglich auf das Maximum gesetzt.

4.8 Vorstellung der Konzepterweiterung

Das bestehende Konzept wurde in Xcode mit den Vorschlägen aus dem Design Thinking Workshop ergänzt. Xcode stellt eine integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) dar. Die IDE ist ausschließlich für Apple-Rechner verfügbar. Folglich können auch nur Applikationen für das Apple Betriebssystem entwickelt und simuliert werden. Das Programm lässt sich mit einem Baukasten vergleichen. Einzelne Elemente können ausgewählt, im Mock up arrangiert und beliebig in Farbe und Form angepasst werden. Nach Fertigstellung eines App-Designs ist dieses für sieben Tage kostenfrei für den Entwerfer zum Testen freigeschaltet. Danach verfällt das Design. Um auf das Design bis zu 100 Tage zugreifen zu können oder auch später die App im App Store hochzuladen, muss ein kostenpflichtiger Developer-Account angefordert werden (vgl. Augsten, 2017).

Die in Abbildung 36 entworfene Konzepterweiterung wurde in Absprache mit Herrn Amandeep Dhanju kreiert.

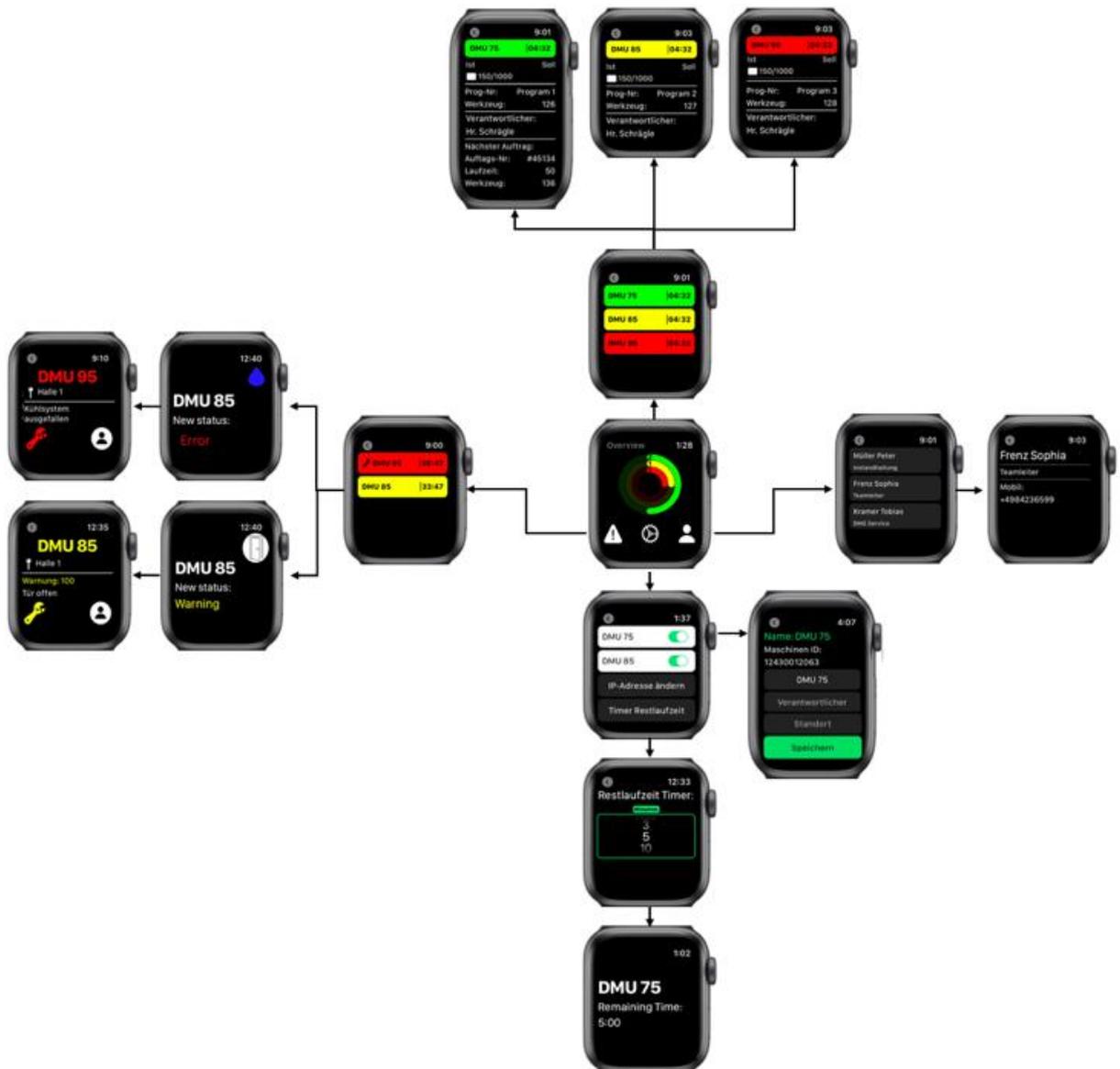


Abbildung 36: Konzepterweiterung mit Vorschlägen aus Design Thinking Workshop

Im Anschluss wird auf das Design näher eingegangen:

Im Homescreen hat sich die Darstellung der Statusanzeige aller eingebundenen Maschinen geändert. Ziel ist es, den äußeren grünen Ring zu schließen und die Kreisbögen in gelb und rot so kurz wie möglich zu halten. Die Anzahl der Maschinen, die einem spezifischen Status angehören, wurden in den Kreisbogen eingefügt. So besteht kein Klärungsbedarf mehr, wofür die Zahlen stehen.

Weiterhin gelangt man durch das Antippen des Kreiselements auf die allgemeine Maschinenübersicht mit Maschinenbezeichnung und einem Platzhalter für die Restlaufzeit. Durch das Anwählen einer Maschine öffnet sich deren Detailansicht. Hier wurde der Soll-Ist-Vergleich zusätzlich mit einem Balken visualisiert. Der Balken stellt den aktuellen Zustand dar. Des Weiteren kam ein Platzhalter für einen

Maschinenverantwortlichen hinzu. Dessen Name kann über das Konfigurationsmenü, welches weiterhin über das Zahnrad Icon aufgerufen wird, hinzugefügt werden. Durch das Auswählen einer eingebundenen Maschine kann deren Standort sowie die dafür zuständige Person ergänzt werden. Beides erfolgt über das Antippen des jeweiligen Feldes, woraufhin sich ein Eingabefeld öffnet. Die Angabe wird anschließend gespeichert.

Die Eingabe des Maschinenstandortes erscheint ausschließlich in der Detailansicht eines Fehlers. Bevor diese Ansicht näher erläutert wird, sei der neu hinzugekommene, konfigurierbare Restlaufzeit-Timer erwähnt. Dieser kann am Ende des Konfigurationsmenüs aufgerufen werden. Das Ende wird durch Scrollen oder das Drehen der digitalen Krone erreicht. Beim Anwählen des Timers öffnet sich eine Art drehbare Trommel, wie sie aus Casinoautomaten bekannt ist. Durch Wischen über die Trommel kann der Timer ausgeschaltet oder auf drei, fünf oder zehn Minuten eingestellt werden. Das bedeutet, dass der Uhrenträger eine Benachrichtigung bekommt, wenn das Programm drei, fünf oder zehn Minuten vor Beendigung steht. So ist genügend Zeit, für sich auf den Weg zur Maschine zu machen und evtl. Vorkehrungen für den nächsten Programmstart zu treffen.

Die schon erwähnte Detailansicht eines Fehlers wird weiterhin auf dem Homescreen über das Warndreieck Icon aufgerufen. Hier sind alle Maschinen mit Fehlermeldungen aufgelistet, die zuvor per Push Benachrichtigung auf sich aufmerksam gemacht haben. In der Benachrichtigung wurde ein Platzhalter für passende Symbole zum Fehler beigefügt. Dadurch kann der Werker den Fehler, der sich detaillierter durch Antippen der Nachricht öffnet, einschätzen. In der Detailansicht kam der Platzhalter für den Maschinenstandort hinzu. Um die Ansicht übersichtlich und knapp zu halten, wurde beschlossen, den Standort durch eine Stecknadel zu symbolisieren. Aus ähnlichen Gründen wurde die Standortangabe auch nicht in der Maschinendetailansicht ergänzt. Die bereitgestellten Informationen sollen auf die Notwendigkeit in der jeweiligen Situation, in der ein Arbeiter auf die Ansicht tippt, beschränkt werden.

Der Umfang der Personenansicht wurde auch reduziert. Das Telefonbuch kann über den Homescreen und das zugehörige Personen Icon geöffnet werden. Um auf die Telefonnummer einer Person zugreifen zu können, muss diese angewählt werden. In der Detailansicht wurde das Symbol eines Telefonhörers entfernt, da dieser für Irritation sorgte. Die Probanden sind während des Workshops davon ausgegangen, dass über das Symbol die Person direkt angerufen werden kann.

Mit der Aufbereitung der dafür notwendigen Datensätzen befasste sich Herr Marco Jerrischewski.

5 Wirtschaftlichkeitsbewertung

Um die Rentabilität einer Smartwatch Applikation im Unternehmen zu beurteilen, wird in diesem Kapitel eine Kostennutzenanalyse für einen Zeitraum von drei Jahren durchgeführt. In dieser Analyse wird der Nutzen bzw. Mehrwert der Applikation ins Verhältnis zu den anfallenden Kosten, etwa durch Installationen oder Anschaffungen, gesetzt. Die Berechnung wird nachvollziehbar anhand eines real getesteten Falls, der kompletten Fertigung eines Drehtellers, ausgeführt.

Es wird davon ausgegangen, dass eine einmalige Lizenzgebühr pro Maschine für die Einbindung in die Applikation anfällt. Außerdem wird die Applikation auf den Smartwatches mit individueller Anpassung an das jeweilige Unternehmen, sowie eine Schulung des Mitarbeiters, der die Uhr später trägt, in Rechnung gestellt. Über das Jahr wird ein monatlicher Wartungsbetrag pro Smartwatch anfallen. In diesem Wartungsvertrag sind regelmäßige Updates und ein Kundenservice enthalten.

Tabelle 8 zeigt die Gesamtkosten im ersten Jahr über 1.136,89 €.

Anschaffungskosten:

Kostenart	Beschreibung	Einzelkosten	Anzahl	Gesamtkosten
Hardwarekosten	Apple Watch Series 6 (GPS, Cellular, 44mm, Sportarmband)	559,00 €	1	559,00 €
	OtterBox Exo Edge Case	19,95 €	1	19,95 €
	Seinal 3D Full Screen Panzerglas (2 Stück)	12,99 €	6	77,94 €
Installationskosten	Lizenz pro Maschine	100,00 €	1	100,00 €
	Applikation pro Smartwatch	100,00 €	1	100,00 €
	Mitarbeitereinführung	100,00 €	1	100,00 €
Anschaffungskosten (einmalig)				956,89 €
Softwarekosten	monatliche Wartungs- und Updatekosten pro Smartwatch	15,00 €	12	180,00 €
Gesamtkosten (1. Jahr)				1.136,89 €

Tabelle 8: Gesamtkosten

Die Smartwatches unterliegen der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von drei Jahren. In Tabelle 9 wurden die jährlichen Kosten aufsummiert. Es ergibt sich eine Investitionssumme von 1.692,67 €.

Investition über drei Jahre:

Kosten im 1. Jahr	1.136,89 €
Kosten im 2. Jahr	277,89 €
Kosten im 3. Jahr	277,89 €
Gesamtsumme (5 Jahre)	1.692,67 €

Tabelle 9: Investitionssumme nach 3 Jahren

Die Jahresbeträge ab dem zweiten Jahr ergeben sich aus den monatlichen Kosten für Wartungen und Updates, einer neuen Schutzhülle und einem Vorrat an zwölf neuen Echtglasscheiben. Die letzten beiden Punkte sind optional, sie könnten allerdings zur Langlebigkeit der Uhr beitragen.

Der Nutzen der Smartwatch und der Applikation wird am Beispiel eines zu fertigenden Drehtellers bewertet. Das Werkstück wird in drei Spannungen zu je 75 Minuten Bearbeitungszeit gefertigt. Nach Ablauf jeder Spannung wird der Maschinenbediener benötigt, um das Teil umzuspannen und ein neues Programm zu starten. Für das Um- bzw. Ausspannen werden durchschnittlich 15 Minuten benötigt. Im letzten Bearbeitungsschritt sind aufgrund des Schlichtens Programmunterbrechungen vorgesehen. Der Maschinenbediener wird aufgefordert, die Passmaße zu messen und ggf. Korrekturen einzuleiten. Somit ergeben sich vier Momente, in der die Maschine steht.

Wie in Kapitel 3.1 dargestellt, versucht der Maschinenbediener die Zeitpunkte für Stehzeiten in etwa auszurechnen. Er ist bemüht innerhalb von drei Minuten zu reagieren, da der Terminal i.d.R. nach drei Minuten eine Rechtfertigung für die Unterbrechung einfordert (vgl. Dreier, 2021).

Tabelle 10 gibt einen Überblick zu den gemessenen Reaktionszeiten bei einem Stillstand mit und ohne Smartwatch.

Reaktionszeiten:

	mit Smartwatch	ohne Smartwatch
max. Reaktionszeit	11 sec.	180 sec.
Verhältnis	1	16
<hr/>		
	mit Smartwatch	ohne Smartwatch
min. Reaktionszeit	9 sec.	60 sec.
Verhältnis	1	7

Tabelle 10: Reaktionszeiten auf Stillstand

Die Reaktionszeit mit Uhr könnte um mindestens 85 %, maximal 94 % verkürzt werden. Die Laufwege zur Maschine werden nicht berücksichtigt, da sie je nach Standort unterschiedlich ausfallen können.

Pro Drehteller können bis zu 11,27 Minuten durch die Smartwatch eingespart werden, wenn von der maximalen Reaktionszeit jeweils ausgegangen wird. Dadurch können auch bis zu 15,02 € des Maschinenstundensatzes gespart werden.

In Tabelle 13 wird berechnet, wie viele Drehteller theoretisch in einem Jahr gefertigt werden können. Außerdem verweist die Tabelle auf die zeitlichen und finanziellen Einsparungen pro Jahr bei einem Zweischichtbetrieb mit 14 Arbeitsstunden pro Tag.

Einsparung durch Smartwatch pro Jahr:

Arbeitsstunden/ Tag	14 h
Arbeitsstage/ Jahr	239 AT
Arbeitsstunden/ Jahr	3.346 h

	mit Smartwatch	ohne Smartwatch
Gesamtfertigungszeit/Teil	272,73 min.	284 min.
gefertigte Teile/ AT	3,08 Teile	2,96 Teile
gefertigte Teile/ Jahr	736,11 Teile	706,90 Teile

Produktivitätsgewinn:

Outputgewinn/ Jahr	29,21 Teile
Zeitersparnis/ Jahr	132,78 h 9,48 AT
finanzielle Auswirkung	10.622,37 €/ Jahr

Tabelle 13: Einsparung pro Jahr

Insgesamt können durch die Uhr bis zu 132,78 Arbeitsstunden und bis zu 10.622 € Maschinenstunden pro Jahr eingespart werden. Diese Maschinenzeit kann gewinnbringend für andere Aufträge genutzt werden.

Aus Tabelle 14 wird ersichtlich, dass die Einführung einer Smartwatch im ersten Jahr wirtschaftlich rentabel ist, da im Beispiel des Drehtellers mindestens 9.485,48 € eingespart werden können.

Rentabilität:

Kosten im 1. Jahr	1.136,89 €
entsprechen X Maschinenstunden	14,21 h
nach X Teilen rentabel	75,81 Teile

Tabelle 14: Rentabilität einer Smartwatcheinführung

Bei den Berechnungen handelt es sich um eine theoretische Annäherung im optimalen Fall, die keine Laufwege, anderweitige Maschinenstillstände etc. berücksichtigt werden.

Dennoch ist dieser Ansatz auf jeden weiteren Shopfloor mit Mehrmaschinenbedienung und Andon-Ampelsystem übertragbar, da der Nutzen aus den Reaktionszeiten errechnet wird.

So kann die Berechnung auch auf den Anwendungsfall aus Kapitel 4.1 übertragen werden. Tabelle 15 zeigt die Kosten und Nutzen innerhalb eines Jahres für zehn eingebundenen Maschinen und zwei Smartwatches.

Kosten und Nutzen des Anwendungsfalls aus Kapitel 4.1:

	Einzel	Gesamt
Anschaffungskosten	1.136,89 €	11.368,90 €
Nutzen	3.346 h/ Jahr	33.460 h/ Jahr
gefertigte Teile/Jahr mit Smartwatch	736,11 Teile/ Jahr	7.361,10 Teile/ Jahr
gefertigte Teile/ Jahr ohne Smartwatch	706,90 Teile/ Jahr	7.069 Teile/ Jahr

Einsparung:

Teile/ Jahr	292,1 Teile
Zeit/ Jahr	1327,74 h
finanzielle Einsparung	106.219,24 €/ Jahr

Tabelle 15: Kosten und Nutzen des Anwendungsfalls aus Kapitel 4.1

Es könnten über 292 Teile mehr im Jahr produziert werden, wodurch über 1.300 Arbeitsstunden und über 106.000 € im Jahr eingespart und anderweitig genutzt werden könnten.

6 Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung

Die Smartwatch Applikation verbindet den Menschen mit der Maschine und gewährleistet einen schnellen Informationsfluss innerhalb von neun bis elf Sekunden. Dadurch kann in der Fertigung zügig auf eine Statusänderung der Maschine reagiert und somit Stillstandszeiten geringer gehalten werden können. Der Shopfloor kann die Produktion und Arbeitsabläufe der Mitarbeiter effektiver gestalten, da der einzelne Mitarbeiter durch die Uhr flexibler wird.

Da kein Smartphone aus der Tasche gezogen werden muss und die Meldung direkt am Arm einsehbar ist, wird die Uhr als komfortabel beurteilt. Durch die freien Hände steigert sich die Produktivität des Trägers. Außerdem kann die hochwertige Uhr als Motivation für den Mitarbeiter aufgefasst werden (vgl. Fragebogen).

Das zielgruppenorientierte Design der Funktionen kann an verschiedenste Unternehmen mit produzierenden Abteilungen angepasst werden.

Letztlich verspricht die Einführung der Anwendung eine optimale Auslastung der Fertigungsstätte und diese steigert die Wertschöpfung.

6.2 Ausblick

Zur Überzeugung weiterer Kunden sollte das BMC in Abbildung 37 nicht außer Acht gelassen werden. Die Geschäftsidee soll erfolgreich gestaltet werden, weshalb die Kostenstrukturen nicht vergessen werden dürfen. Des Weiteren sollte über eine Steigerung des Wertangebotes nachgedacht werden, um zusätzliche Kundensegmente und nicht nur eine Nische anzusprechen. Die Smartwatch Anwendung könnte auch Vorteile für Abteilungen außerhalb der Produktion, wie beispielsweise der Logistik, bieten. Auch sozial orientierte Branchen könnten profitieren, denn beispielsweise die Berufe des Pflegers oder Mediziners sind ebenfalls auf schnelleres Handeln angewiesen.

Für manche Segmente, wie Kanäle, besteht noch keine Strategie. Dafür sowie für eine zweiten Testphase mit mehreren Uhren und Maschinen besteht weiterer Handlungsbedarf.

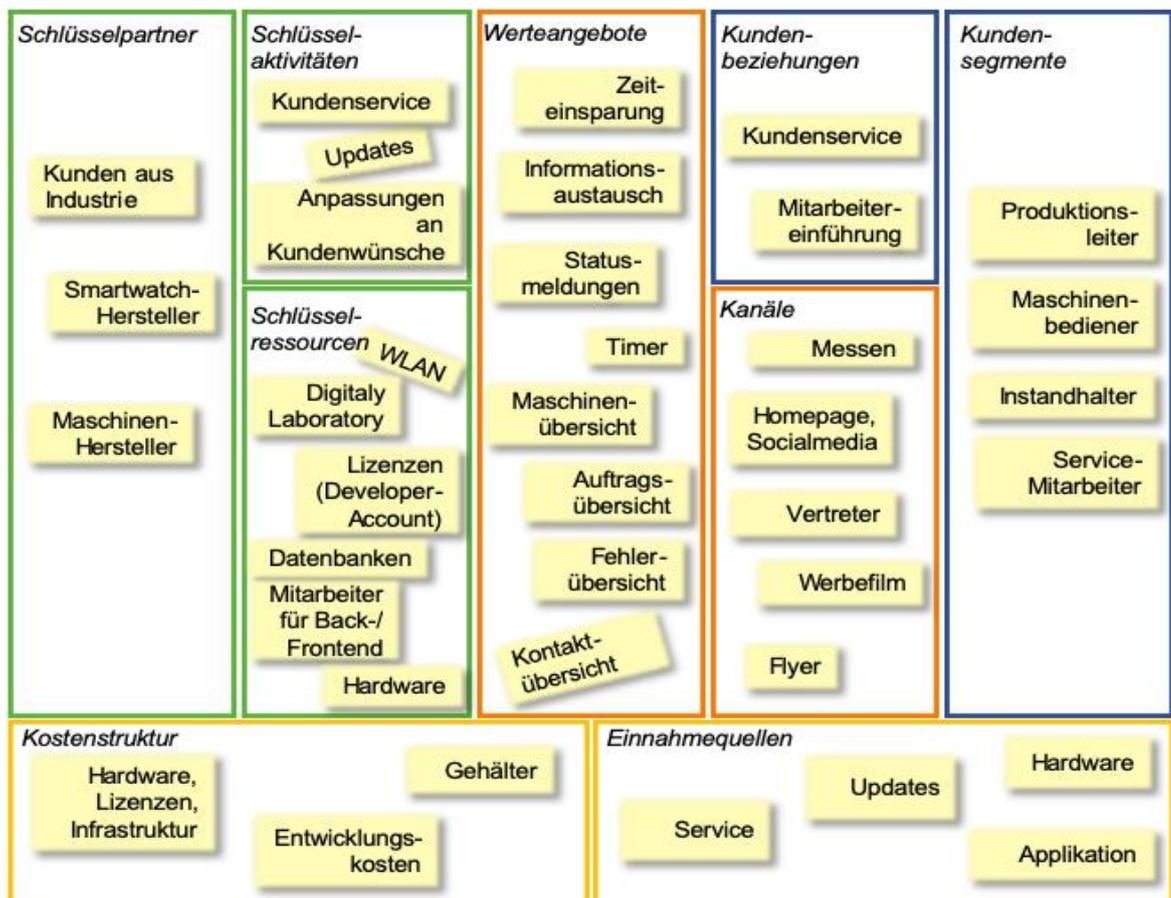


Abbildung 37: Geschäftsmodell Smartwatch-Anwendung
(in Anlehnung an: Mußack, 2020: S. 53).

Quellenverzeichnis

Fachbücher

Backerra, Malorny, Schwarz (2020): Kreativitätstechniken: Kreative Prozesse anstoßen, Innovationen fördern; Carl Hanser Verlag; München

Brunner (2008): Kreativer denken: Konzepte und Methoden von A-Z; Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; München

Buzan, Buzan (2002): Das Mind-Map-Buch: Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potenzials; mvg Verlag; Frankfurt am Main

Jacobsen, Gidda (2020): Webseiten erstellen für Einsteiger: Schritt für Schritt zur eigenen Website; Rheinwerk Verlag; Bonn

Jungkind et al. (2018): Handbuch der Prozessoptimierung: Die richtigen Werkzeuge auswählen und zielsicher einsetzen; Hanser; München

Mayer, Osann, Wiele (2020): Design Thinking Schnellstart; Carl Hanser Verlag; München

Moser (2012): User Experience Design: mit erlebniszentrierter Softwareentwicklung zu Produkten, die begeistern; Springer Verlag; Berlin

Müller-Roterberg (2020): Design Thinking für Dummies; Wiley-Vch Verlag; Weinheim

Mußack (2020): Konzeption, wirtschaftliche Analyse und Design einer Industrie 4.0 Smartwatch Anwendung im Maschinenbau; Bachelorarbeit an der Hochschule Kempten

Noack, Díaz (2019): Das Design Sprint Handbuch: Ihr Wegbegleiter durch die Produktentwicklung; dpunkt.verlag; Heidelberg

Osterwalder, Pigneur (2011): Business Model Generation: ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer; Campus-Verlag; Frankfurt

Pflüger, Gero (2020): Social-Media-Marketing für dummies; Wiley-Vch Verlag; Weinheim

Richter, Flückiger (2016): Usability und UX kompakt: Produkte für Menschen; Springer Verlag; Berlin

Schmeisser et al. (2016): Businesswissen Geschäftsmodelle: Innovationen auslösen; UVK Verlagsgesellschaft mbH; Konstanz

Semler, Tschierschke (2019): App Design: Das umfassende Handbuch; Rheinwerk Verlag; Bonn

Winz (2016): Qualitätsmanagement für Wirtschaftsingenieure: Qualitätsmethoden, Projektplanung, Kommunikation; Hanser; München

Normen

DIN EN ISO 9241-11:2018: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion-Teil 11: Gebrauchstauglichkeit. Beuth Verlag, Berlin

DIN EN ISO 9241-210:2019: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion-Teil: 210: Menschenzentrierte Gestaltung interaktiver Systeme. Beuth Verlag, Berlin

Fachzeitschriften

Klose, C. (2020): „Ein ganz normaler Tag im Jahr 2033“. In: Digitales Zukunftszentrum Allgäu-Oberschwaben 01/20, S. 9f.

Internetquellen

aucobo GmbH, 2020. Komplette Firmenhomepage fließt als Quelle ein. Stuttgart: aucobo GmbH (Zugriff am: 27.11.2020). Verfügbar unter: <https://aucobo.de>

Augsten, 2017. Was ist Apple Xcode?. Augsburg: Vogel IT-Medien GmbH (Zugriff am: 19.12.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/38jjObU>

Brockhaus. Kreativität. Mannheim: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus (Zugriff am: 22.10.2020). Verfügbar unter: <http://brockhaus.de/ecs/enzy/article/kreativität>

InnovaSoft, 2020. Apple Watch Liquid 2.0, Ingelheim: InnovaSoft (Zugriff am: 18.12.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/3n0dB95>

mediamag.at-Redaktion, 2019. So funktionieren die Sensoren im Wearable: Wie und was Smartwatch & Co. Messen. Vösendorf: MediaMarkt Medienhaus GmbH (Zugriff am 25.11.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/3hQdqMo>

Smartwatch.de GmbH, 2020. Was ist eine Smartwatch?. Dresden: Smarwatch.de GmbH (Zugriff am: 24.11.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/391HYXK>

Statista, 2020. Von welcher Marke sind Ihre persönlichen Smartwatches/Fitness-Tracker?. Hamburg: Statista GmbH (Zugriff am: 24.11.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/3hNMIUG>

Striedner, 2020. Kreativmethode: Crazy 8. Wien: datenwerk innovationsagentur GmbH (Zugriff am: 10.09.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/2Xd0N4G>

Sussmann, 2018. Folien, Scheiben, Hüllen: Schutz für die Apple Watch. Hannover: Heise Medien GmbH & Co. KG (Zugriff am: 18.12.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/35gTHAy>

Tractinsky, Katz, Ikar, 2000: What is beautiful is usable. Amsterdam: Elsevier (Zugriff am: 10.11.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/3hMiLV8>

Bildquellen

Amazon.com, Inc., 2020. Displayschutzfolien, München: Amazon EU SARL (Zugriff am: 07.01.2021). Verfügbar unter: <https://bit.ly/3ophFRR>

Apple Inc., 2020. Apple Watch Series 6: Aluminiumgehäuse Blau, Sportarmband. Cupertino (USA): Apple Inc. (Zugriff am: 24.11.2020). Verfügbar unter: <https://apple.co/3bdeZD5>

Apple Inc., 2020. OtterBox Exo Edge Case für Apple Watch 44 mm – Blau, Cupertino (USA): Apple Inc. (Zugriff am: 30.12.2020). Verfügbar unter: <https://apple.co/2L9Dg1D>

Bitkom, 2020. Absatz von Smartwatches in Deutschland in den Jahren 2018 bis 2020 (in Millionen Stück). Hamburg: Statista GmbH (Zugriff am: 24.11.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/2LtAAfr>

InnovaSoft, 2020. Apple Watch Displayschutz Schutzfolie, Ingelheim: InnovaSoft (Zugriff am: 18.12.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/3n0dB95>

Jasinski, 2019: App-Tipp: Bring!. Rostock (Zugriff am: 29.12.2020). Verfügbar unter: <https://jasinski.info/2019/05/08/bring-einkaufslisten/>

Krüger, 2017: Methodenkatalog: LeanProductionPharma. Berlin: Technische Universität Berlin (Zugriff am: 01.12.2020). Verfügbar unter: <https://bit.ly/2Mjuf6W>

real Digital Operations GmbH, 2020. Panzerfolie für Apple Watch, Neckarsulm: real Digital Operations GmbH (Zugriff am: 07.01.2021). Verfügbar unter: <https://www.real.de/product/337110161/>

Target Brands, Inc., 2021. Wearable Technology Accessories, Minneapolis: Target Brands, Inc. (Zugriff am: 07.01.2021). Verfügbar unter: <https://bit.ly/3bh12DX>

Fachgespräche:

Dreier, Franziska (2021): Interview in Pfronten vom 12.01.2021

Kretschner, Mathias (2021): Interview in Pfronten vom 12.01.2021

Glossar

Fitnesstracker:

Ist ein Wearable, welches wie die Smartwatch am Armgelenk getragen wird. Die Funktionen sind ausschließlich auf die Erfassung von Fitnessdaten ausgelegt.

Hardware:

Die Hardware ist das Pendant zur Software. Alle greifbaren Komponenten, wie Gehäuse, Bildschirm, Tastatur usw., eines Computers zählen dazu.

Homescreen:

Dies ist der Startbildschirm der Applikation, von wo aus auf verschiedene Verknüpfungen zu Funktionen, wie Telefonieren, gesprungen werden kann.

Icon:

Inhalte werden mit Hilfe eines eindeutigen Symbols vermittelt, sodass sie mit jedem sprachlichen Hintergrund verstanden werden.

IoT:

Ist die Vernetzung von Objekten mit dem Internet (vgl. Semler; Tschierschke 2019, S. 38).

Joy of use:

Freude, die eine Person durch und während der Verwendung einer App verspürt.

Look and Feel:

Beschreibt die Wahrnehmung der Optik und Handhabung einer designten Software-Oberfläche.

Mock Up:

Mit Hilfe eines Mock Ups wird eine App detailliert grafisch umgesetzt. Es dient als Vorgabe für den Programmierenden und sollte daher gründlich aufzählen, welche Farben, Formen, Größen etc. ersichtlich sein sollen (vgl. Semler; Tschierschke 2019: S. 439).

Push-Benachrichtigung:

Unter dem Begriff Push Nachricht versteht man eine Art von Textnachricht, die direkt auf deinem Smartphone-Bildschirm erscheint. Auf eine Push-Nachricht hast du direkten Zugriff. Um diese lesen zu können, musst du also nicht erst eine bestimmte App öffnen.

Start Up:

Beschreibt eine besondere Form des (künftigen) Gewerbebetriebs. Start Ups sind noch junge am Markt etablierte Unternehmen, die durch eine innovative Geschäftsidee, i.d.R. technologiebasiert, sowie ein hohes Wachstumspotential gekennzeichnet sind.

Shopfloor:

Bedeutet zu Deutsch Fertigung oder Werkstatt.

User Experience:

Beschreibt das Nutzererlebnis beim Verwenden einer App. Ob es ein positives oder negatives Erlebnis ist, entscheidet die Erfüllung der Erwartungshaltung, die sich aus verschiedenen Bereichen zusammensetzt. Erfahrungen, Situationen, Usability oder Ästhetik sind Beispiele dafür.

User Interfaces:

Dieser Begriff bedeutet zu deutsch Benutzerschnittstelle. Er beschreibt also die Schnittstelle zwischen Maschine und Mensch.

Weareable:

Diese sind mobile Computer, die am Körper oder an der Kleidung getragen werden können (vgl. Semler; Tschierschke 2019, S.



Persönliche Angaben:

Name, Vorname _____

Geschlecht männlich weiblich

Alter _____

Beruf _____

E- Mail _____

Bitte beantworten Sie nachfolgende Fragen und kennzeichnen Sie ggf. Ihre Antwort, wie im Beispiel aufgeführt.

1	2	3	4	5
gar nicht	teilweise	neutral	trifft überwiegend zu	trifft voll zu

1. Wie kreativ fühlen Sie sich heute?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Sind Sie an neuer Technik interessiert?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Informieren Sie sich privat oder beruflich über neue technische Anwendungen?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Was für unterstützende und auch unterhaltende Technologien nutzen Sie im Alltag und Beruf?

5. Arbeiten Sie sich gerne in neuen technischen Anwendungen ein?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Besitzen Sie eine Smartwatch? ja nein

Wenn ja, welches Model besitzen Sie? _____

Für was nutzen Sie die Watch? _____

7. Halten Sie den Einsatz von Smartwatch- Anwendungen in der Industrie für sinnvoll?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. In welchen Industriebereichen können Sie sich eine Smartwatch - Anwendung vorstellen?

9. Was für Vorteile oder Nachteile könnten sich aus einer Smartwatch - Anwendung für den Nutzer oder Kunden ergeben?

+ _____ - _____

+ _____ - _____

+ _____ - _____

+ _____ - _____

10. Können Sie sich vorstellen eine Smartwatch im Beruf zu nutzen?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

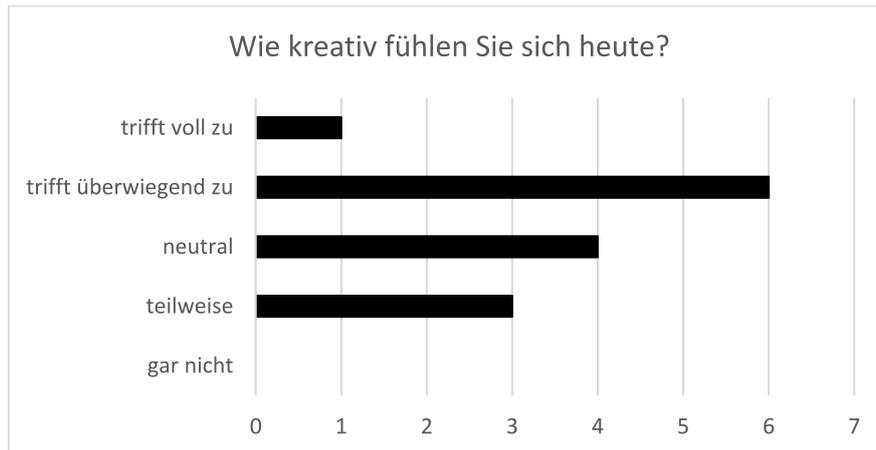
Vielen Dank!

Auswertung Fragebogen

Insgesamt wurden 14 Fragebögen ausgefüllt. Teilweise wurden Fragen nicht beantwortet, weshalb die Auswertung weniger Stimmen anzeigen kann.

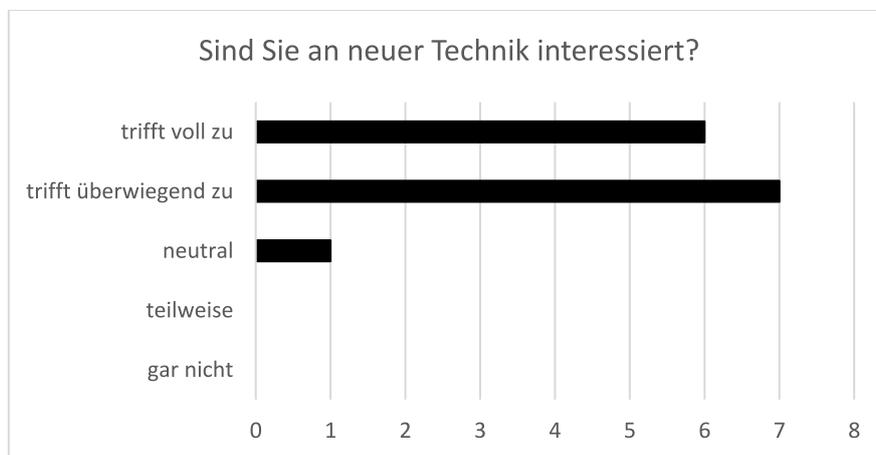
Legende: Stimmenanzahl gesamt
 Davon Smartwatchträger

1. Wie kreativ fühlen Sie sich heute?



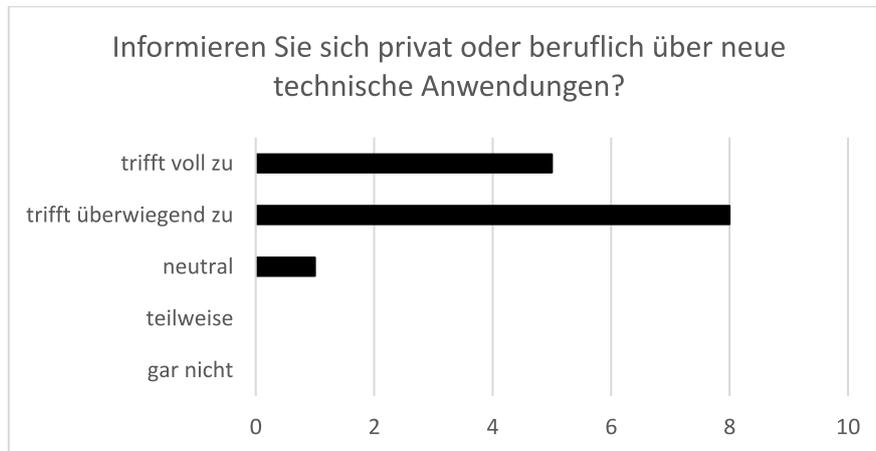
Durchschnittliche Antwort: neutral (Wert= 3,36)

2. Sind Sie an neuer Technik interessiert?



Durchschnittliche Antwort: trifft überwiegend zu (Wert= 4,36)

3. Informieren Sie sich privat oder beruflich über neue technische Anwendungen?



Durchschnittliche Antwort: trifft überwiegend zu (Wert= 4,29)

4. Was für unterstützende und auch unterhaltende Technologien nutzen Sie im Alltag und Beruf?

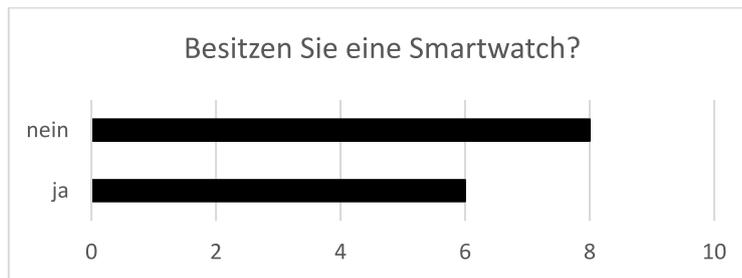
- PC
- Smartphone
- Videokonsole
- Laptop
- Chromecast
- Smart TV
- Streaming Plattformen
- Sprachassistent
- Smartwatch
- Bluetoothkopfhörer/
EarPods
- Microsoft Teams
- JIRA
- Confmence
- Tablet/ Ipad
- Surface
- Email

5. Arbeiten Sie sich gerne in neuen technischen Anwendungen ein?



Durchschnittliche Antwort: trifft überwiegend zu (Wert= 4,07)

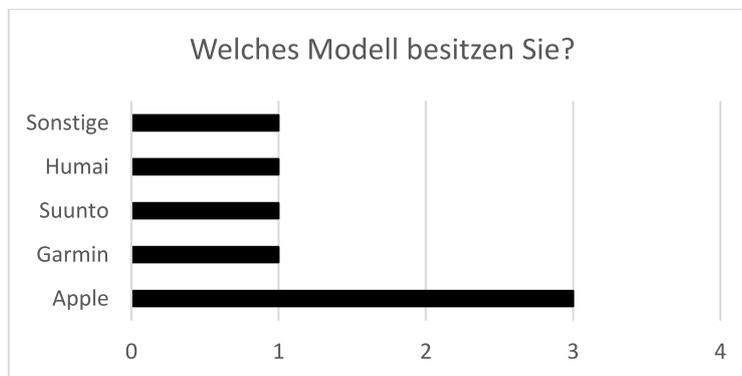
6. Besitzen sie eine Smartwatch?



Durchschnittliches Alter pro Antwortmöglichkeit:

Ja	Nein
31,57 Jahre	31,5 Jahre

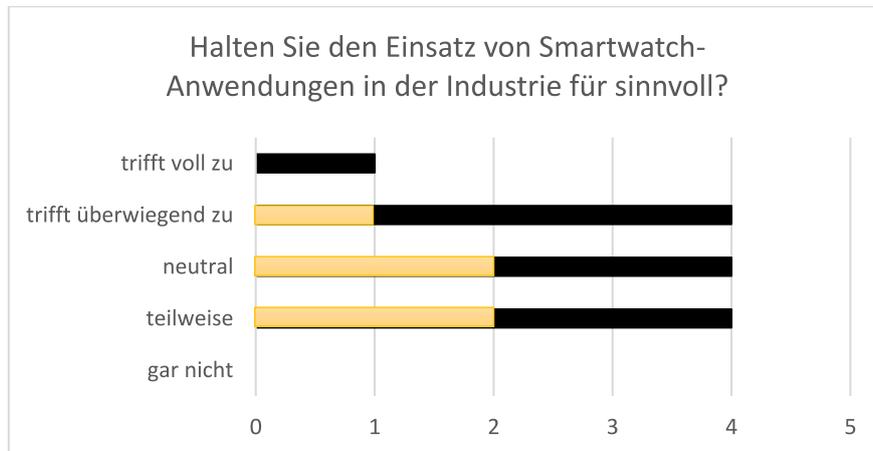
Wenn ja, welches Modell besitzen Sie?



Für was nutzen Sie die Watch?



7. Halten Sie den Einsatz von Smartwatch-Anwendungen in der Industrie für sinnvoll?



Durchschnittliche Antwort: neutral (Wert= 3,15)

Durchschnittliches Alter pro Antwortmöglichkeit:

Trifft voll zu	Trifft überwiegend zu	Neutral	Teilweise	Gar nicht
30 Jahre	38 Jahre	33,5 Jahre	28,5 Jahre	23 Jahre

8. In welchen Industriebereichen können Sie sich eine Smartwatch-Anwendung vorstellen?

- Produktion
- Montage
- Logistik
- Test
- Service
- Instandhaltung
- Arbeitsvorbereitung

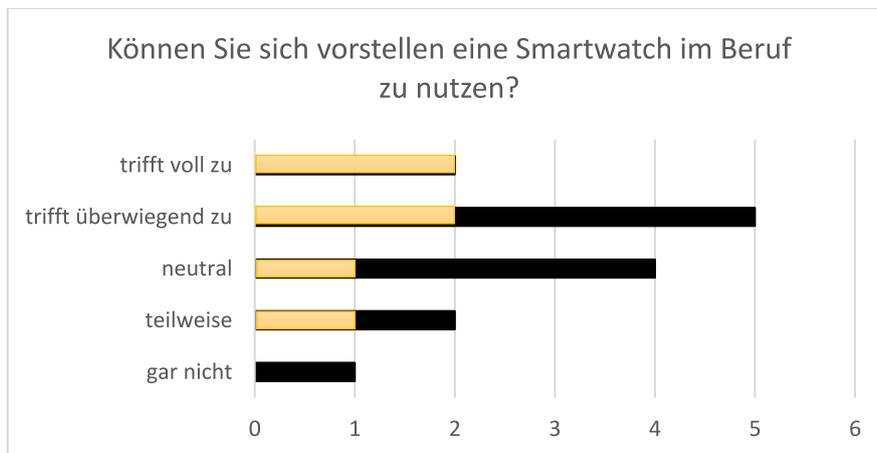
9. Was für Vorteile könnten sich aus einer Smartwatch-Anwendung für den Nutzer oder Kunden ergeben?

- Mitarbeitermotivation
- Direkte Meldung, schneller als Anruf oder Email
- Komfortabel, kein Smartphone aus der Tasche ziehen
- Kurze Reaktionszeiten
- Höhere Produktivität
- Weniger Stillstand
- Kosteneinsparung

Was für Nachteile könnten sich aus einer Smartwatch-Anwendung für den Nutzer oder Kunden ergeben?

- Teuer, zusätzliche Investition
- Uhr ist empfindlich
- Datenschutz
- Dauerhafte Erreichbarkeit
- Einwände durch Betriebsrat

10. Können Sie sich vorstellen eine Smartwatch im Beruf zu nutzen?



Durchschnittliche Antwort: neutral (Wert= 3,36)

Durchschnittliches Alter pro Antwortmöglichkeit:

Trifft voll zu	Trifft überwiegend zu	Neutral	Teilweise	Gar nicht
34,5 Jahre	35,25 Jahre	28,8 Jahre	28,5 Jahre	27 Jahre

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Bachelorarbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, alle benutzten Quellen und Hilfsmittel angegeben, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate gekennzeichnet habe.

Kempton, 29.01.2021
