

# Diplomarbeit

## **Partizipative Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle eines Informationsassistenzsystems für einen mittelständischen Elektronikzulieferer**

von

**Christian Clemenz, BSc**

0926596

066 482

unter der Leitung von

**Dipl.-Ing. Dr.techn. Walter Mayrhofer**

**Univ.Prof. Dr.-Ing. Sebastian Schlund**

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Human Centered Cyber Physical Production and  
Assembly Systems)

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Diplomarbeit begleitet und durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gebührt meinen beiden Betreuern Dipl.-Ing. Dr.techn. Walter Mayrhofer und Univ.Prof. Dr.-Ing. Sebastian Schlund für ihre wertvollen Anregungen und die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung dieser Diplomarbeit und die mir gewidmete Zeit und Arbeit.

Weiters danke ich der Firma BECOM Electronics GmbH und ihren Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen für die gute Zusammenarbeit. Die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt bei BECOM haben maßgeblich zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen.

Schlussendlich gilt mein aufrichtiger Dank meiner Familie, die immer hinter mir steht, und die mich während meines Studiums stets unterstützt hat.

## Abstract

Die Megatrends Globalisierung, Verkürzung der Produktlebenszyklen, steigende Produktvielfalt und die kontinuierlich voranschreitende Digitalisierung der Welt und der Menschen auf ihr findet ihren Weg in die produzierenden Unternehmen. Damit einher gehen eine generelle Erhöhung der Komplexität und ein kontinuierlicher Druck zur Effizienzsteigerung und Rationalisierung, die auch auf die Ebene der Mitarbeiter durchschlagen und eine erhöhte kognitive Belastung hervorrufen. Als Reaktion darauf bieten Informationsassistenzsysteme eine gute Möglichkeit zur Reduzierung der kognitiven Belastung von Arbeitern und Arbeiterinnen entlang der Wertschöpfungskette, sei es in der Produktion, Montage und der Qualitätssicherung. Das burgenländische Unternehmen BECOM sieht sich genau mit diesen Herausforderungen konfrontiert und stellt den Praxisbezug dieser Arbeit dar.

Die Entwicklung eines effizienten und der Aufgabe angemessenen Assistenzsystems erfordert eine effiziente Erfassung der unterschiedlichen Anforderungen. Das Einbeziehen von Nutzern und Nutzerinnen des Endproduktes in den Entwicklungsprozess ermöglicht die effiziente Gestaltung eines Informationsassistenzsystems. Diese Diplomarbeit adaptiert Methoden für die Analyse von Produkthanforderungen für externe Kunden und Kundinnen auf interne Personen aus der Produktion. Durch Einbeziehung der späteren Nutzer und Nutzerinnen und eine partizipative Gestaltung kann sichergestellt werden, dass die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eines Unternehmens und deren Know-how dem Erfolg des Projektes zugutekommen und alle Anforderungen an ein solches System erfüllt werden.

Ein Assistenzsystem kann selbst entwickelt oder aber zugekauft werden. Die Eigenentwicklung eines Informationsassistenzsystems ermöglicht es Unternehmen ihre spezifischen Prozesse optimal zu unterstützen. Die End-Nutzer und Nutzerinnen müssen in einem partizipativen Prozess kontinuierlich einbezogen werden. Die Testung der Usability und User Experience eines Softwareprototyps eines Informationsassistenzsystems durch eine Videoaufzeichnung und einen anschließenden Fragebogen stellt eine gute Evaluationsmethode dar, um ein Projekt nach Ansätzen der agilen Entwicklung effizient und effektiv durchzuführen.

Ein vollständig evaluierter Softwareprototyp definiert die Voraussetzung für die Implementierung eines Informationsassistenzsystem und bietet die Grundlage zur Designgestaltung und Informationsaufbereitung des endgültigen Systems. Die Strukturierung der Daten mittels eines Strukturbaumes an der linken Seite des Bildschirms und die Kennzeichnung aktiver, inaktiver und nicht verfügbarer Elemente mittels dunklen, hellen und dem Hintergrund ähnelnden Farben aus der „Corporate Identity“ des Unternehmens erfüllen die Gestaltungsgrundsätze nach Orientierung, Vollständigkeit der Daten und Verstehen und Behalten.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung, Motivation & Vorgehensweise .....	1
1.1	Wandel in der Arbeitswelt .....	1
1.2	Informationsassistentz .....	4
1.3	Mensch-Maschine Schnittstelle .....	4
1.4	Betriebsspezifisches System .....	6
1.5	Partizipative Gestaltung .....	7
1.6	Konkrete Problemstellung .....	8
1.7	Vorgehensweise und inhaltliche Abgrenzung .....	9
2	Theoretische Grundlagen .....	10
2.1	Thematische Bausteine der Arbeit .....	10
2.2	Synopsis des Gestaltungsprozesses .....	12
2.3	Informationsassistentzsysteme .....	13
2.3.1	Informationsassistentz .....	14
2.4	Software-Prototyping .....	18
2.4.1	Ausgereiftheit der Überlegungen .....	19
2.4.2	Gestaltung einer graphischen Oberfläche .....	24
2.5	Usability und User Experience (UX) .....	34
2.5.1	Begriffsdefinition .....	34
2.5.2	Usability und UX Testung .....	37
2.5.3	Usability und UX als Bewertungskriterium .....	40
2.6	Entwicklungsmanagement .....	42
2.6.1	Projektmanagement .....	43
2.6.2	Ansätze aus der agilen Entwicklung .....	45
2.6.3	Rahmenkonzept für den Entwicklungsprozess .....	48
3	Vorgehensmethodik .....	50
3.1	Anforderungen .....	51
3.2	Prototypengestaltung eines Informationsassistentzsystems .....	54
3.3	Evaluierung .....	56

---

4	Prototyping bei BECOM .....	57
4.1	Projektstart .....	58
4.2	Morphologie des Assistenzsystems.....	60
4.3	Der erste Software Prototyp .....	62
4.4	Der Klickdummy .....	63
4.4.1	Erklärung der verwendeten Farben.....	64
4.4.2	Aufbau der Menüführung .....	65
4.4.3	Darstellung der Datenstruktur .....	66
4.4.4	Rückmeldungen .....	67
4.4.5	Step-by-Step Anleitung .....	69
4.4.6	Bestätigungen .....	72
4.5	Usability und User Experience Testung.....	73
4.5.1	Aufbau und Ablauf der Testung .....	73
4.5.2	Sammeln der Daten .....	74
4.5.3	Die Ergebnisse und deren Auswertung.....	76
5	Conclusio .....	80
5.1	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse .....	80
5.1.1	Der Klickdummy .....	80
5.1.2	Usability und User Experience Testung .....	82
5.2	Zusammenfassung .....	85
5.3	Status des Umsetzungsprojekts .....	90
5.4	Ausblick .....	92
6	Anhang.....	94
6.1	Usability und User Experience Fragebogen .....	94
6.2	Ziele des Pflichtenheftes .....	96
7	Literaturverzeichnis .....	99
8	Abbildungsverzeichnis .....	106
9	Tabellenverzeichnis .....	108

# 1 Einleitung, Motivation & Vorgehensweise

## 1.1 Wandel in der Arbeitswelt

Die wesentlichen Trends der Arbeitswelt stellen Unternehmen aller Industriebranchen vor große Herausforderungen. Steigender Wettbewerbsdruck durch Globalisierung, demografischer Wandel und eine Beschleunigung der Produktlebenszyklen erfordern auch neue Konzepte der Arbeit und des Produzierens.<sup>1</sup>

Eine Veränderung der Ist-Situation wird immer durch ein auslösendes Ereignis ange-regt. Die voranschreitende Digitalisierung, die Veränderung der Gesellschaft im Um-gang mit digitalen Medien und die veränderten Anforderungen an Produkte stellen für produzierende Unternehmen den Anreiz dar sich weiter zu entwickeln. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sind direkt von diesen Entwicklungen betroffen und müssen somit auch im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses miteinbezogen wer-den. Abbildung 1 zeigt einige der wesentlichsten Trends der Arbeitswelt und in wel-chen Bedürfnissen produzierender Unternehmen sich diese manifestieren.<sup>2</sup>

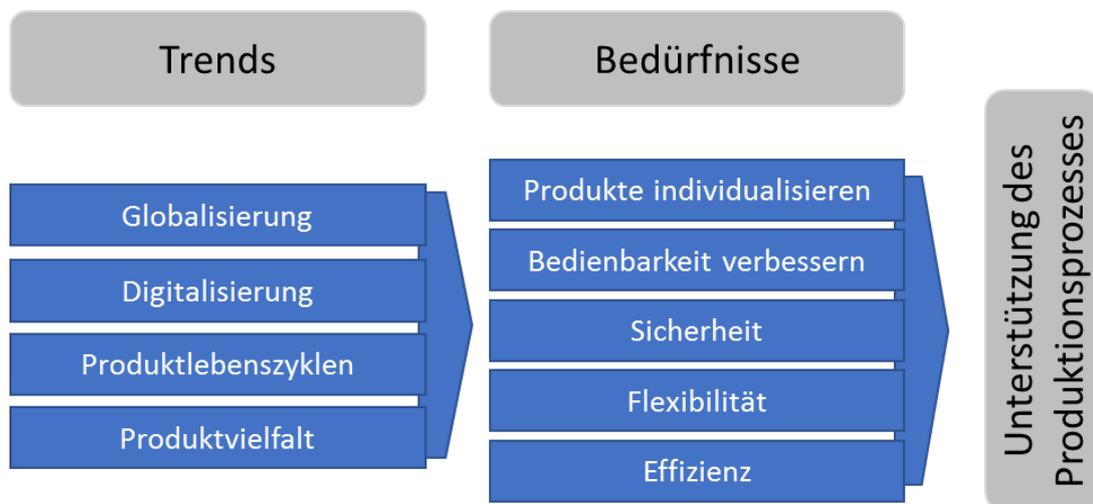


Abbildung 1: Trends und daraus resultierende Bedürfnisse<sup>3</sup>

Die in Abbildung 1 aufgezeigten Bedürfnisse sollen die Motivation sich mit dem Thema Informationsassistentz auseinander zu setzen verdeutlichen. Die Bedeutung dieser Themen und deren Berücksichtigung bei der Gestaltung eines solchen Systems werden in den weiteren Kapiteln genauer betrachtet.

<sup>1</sup> [Jackwerth, T., Jäger, A., & Güth, S. (2018)]

<sup>2</sup> [Michels, J. S. (2016)]

<sup>3</sup> [Eigene Illustration nach Michels, J. S. (2016), Kapitel 15.1.1]

## **Globalisierung**

Die Globalisierung an sich ist kein neues Phänomen und handeltreibende Personen waren schon in der Antike auf der gesamten Welt gut vernetzt und kommunizierten mit ihren Partnern über weite Strecken. In den letzten Jahrzehnten hat sich allerdings die Kommunikation durch neue technische Errungenschaften wie das Internet deutlich vereinfacht und beschleunigt. Schnelle und verlässliche Transportsysteme und vereinfachte Kommunikation in Verbindung mit internationalen Handelsabkommen eröffnen Unternehmen die internationalen Märkte. Dies ist mit großen Chancen für Unternehmen aber auch mit großen Herausforderungen verbunden. Produkte werden oftmals für einen globalen Markt konzipiert und können nun mehr oder weniger weltweit verkauft werden. Jedoch ist aber auch die Konkurrenz deutlich gewachsen.<sup>4</sup>

## **Digitalisierung**

Durch neue Technologien verändert sich die Arbeitswelt rasant. Hochautomatisierte Produktionen und der flächendeckende Einsatz von Computertechnik in der Produktion bietet viele neue Möglichkeiten der Produktherstellung. Die digitale Vernetzung von Menschen und Maschinen beeinflusst auch stark die menschliche Arbeit.<sup>5</sup>

## **Produktlebenszyklen**

Um im internationalen Wettbewerb mithalten zu können setzen immer mehr Unternehmen auf schnelle Produktinnovation. Sowohl die Globalisierung als treibende Kraft als auch die Möglichkeit der Digitalisierung ermöglicht es die „time to market“ deutlich zu reduzieren. Durch neue, immer schneller auf den Markt drängende Produkte verkürzen sich die Produktlebenszyklen deutlich.<sup>6</sup>

## **Produktvielfalt**

Individuell gestaltete kundenspezifische Produkte sind sehr gefragt. Diese Spezialisierung hat gravierende Folgen für die Produktion und führt zu einer hohen Produkt- und Variantenvielfalt. Ebenso führen Spezialisierungen bei Verfahren und Werkstoffen zu einer Vielfalt an benötigten Technologien.<sup>7</sup> Die Megatrends der Arbeitswelt sind auch aus arbeitswissenschaftlicher Sicht sehr relevant und bestimmen maßgeblich die Rahmenbedingungen, unter welchen die Herstellung von Produkten stattfindet. Eine immer größer werdende Variantenvielfalt, um den Kundenwünschen von sowohl Privat- als auch Geschäftskunden nach Individualisierung und Spezialisierung gerecht zu werden, stellt auch die Produktion, deren Prozesse und deren Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen vor neue Herausforderungen.<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> [Hajkowicz, S. A., Reeson, A., Rudd, L., Bratanova, A., Hodgers, L., Mason, C., & Boughen, N. (2016)]

<sup>5</sup> [Dengler, K., & Matthes, B. (2015)]

<sup>6</sup> [Michels, J. S. (2016)]

<sup>7</sup> [Westkämper, E., & Löffler, C. (2016)]

<sup>8</sup> [Schlick, C., Bruder, R., & Luczak, H. (2018)]

### **Produkte individualisieren**

Die Kundenwünsche nach individualisierten Produkten stellen die Produktion vor große Herausforderungen. Produkte mit geringer Losgröße müssen den gleichen Qualitätsansprüchen entsprechen wie aus Massenfertigung entstandene. Die geringe Stückzahl stellt die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Produktion vor die große Aufgabe Produkte zu produzieren, zu welchen ihnen die Erfahrungswerte fehlen, da sie so auch nur in geringer Stückzahl für einzelne Kunden und Kundinnen individualisiert hergestellt werden.<sup>9</sup> Ein geeignetes Informationsassistenzsystem ist erforderlich, um das Fehlen der Erfahrungswerte auszugleichen.

### **Bedienbarkeit verbessern**

Neue Software ist oftmals ein Fortschritt im Bezug auf die Funktionalität aber auch gleichzeitig ein Rückschritt bezüglich der Bedienbarkeit.<sup>10</sup> Die in Kapitel 1.5 beschriebene partizipative Gestaltung einer Software bietet eine gute Möglichkeit, um ein Assistenzsystem den Anforderungen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen anzupassen und somit auch die Handhabung des Systems zu optimieren.

### **Sicherheit, Flexibilität und Effizienz**

Ein Informationsassistenzsystem soll die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen kognitiv unterstützen während die körperliche Sicherheit und die Prozesssicherheit gewährleistet sind.<sup>11</sup> Auch soll ein Assistenzsystem die Effizienz von Prozessen verbessern und die Flexibilität auf Änderungen reagieren zu können nicht behindern.<sup>12</sup>

Die Bedürfnisse nach individualisierten Produkten, einer guten Bedienbarkeit eines Assistenzsystems, Sicherheit, Flexibilität und Effizienz erfordern die gutdurchdachte Entwicklung eines Informationsassistenzsystems. In den folgenden Kapiteln wird auf die zu beachtenden Besonderheiten eines Informationsassistenzsystems genau eingegangen und Ansätze zur Entwicklung eines solchen angegeben.

---

<sup>9</sup> [Arnoscht, J., Behr, M., Bohl, A., Lenders, M., Brecher, C., Buchbinder, D., ... & Herfs, W. (2011)]

<sup>10</sup> [Herczeg, M. (2018)]

<sup>11</sup> [Richter, M., & Flückiger, M. D. (2013)]

<sup>12</sup> [BECOM]

## 1.2 Informationsassistentenz

Die Anforderungen, welche an Produktions- und Montageprozesse gestellt werden und die vom Personal zu bewältigende Komplexität nehmen laufend zu. Nicht zuletzt aufgrund steigender Automatisierung in der Produktion ist der Mensch in Bezug auf die Bewältigung flexibler Arbeitsaufgaben noch stärker gefordert. Die stetig steigende Variantenvielfalt verschiedenster Produkte führen zu einer großen Mehrbelastung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in den Produktionsstätten. Es muss permanent zwischen verschiedenen Bearbeitungs- oder Gestaltungs-Alternativen gewählt und mit unterschiedlichsten Systemen interagiert werden.

Dieser kontinuierliche Interaktionsprozess stellt hohe kognitive Anforderungen an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen und erhöht stetig deren mentale Beanspruchung. Ein Informationsassistentenzsystem ist ein geeignetes Instrument, um Menschen bei komplexen Aufgabenstellungen zu unterstützen.<sup>13</sup>

Ein Assistentenzsystem zur Informationsbereitstellung erfordert nicht zwangsläufig ein komplexes Wissen im Bereich der neuen Technologien, sondern nur den Willen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sich mit dem Thema auseinandersetzen zu wollen. Dabei geht es nicht nur um die gezielte Einschulung und Verwendung geeigneter Technologien, sondern auch um die Nutzung von Erfahrungen aus dem privaten Leben eines jeden Menschen. Gerade bei der Gestaltung neuer Medien und Technologien wurden Techniken entwickelt, die im industriellen Bereich für die Gestaltung von Informationsassistentenzsystemen eingesetzt werden können. Dabei kommt dem Nutzer eines derartigen Systems im Gestaltungsprozess eine ganz besondere Rolle zu. Der motivierte Mitarbeiter, welcher sich mit für ihn relevanten Technologien auseinandersetzt oder zumindest bereit ist sich als interessierter Nutzer damit zu beschäftigen, ist der Ermöglicher (engl.: enabler) der Umsetzungsstrategie.

## 1.3 Mensch-Maschine Schnittstelle

Bei der Mensch-Maschine Interaktion kommt der Gestaltung der Schnittstelle besondere Bedeutung zu, da sie wesentlichen Einfluss auf Funktion, Effizienz und Akzeptanz durch den Menschen hat.

Die Mensch-Maschine Schnittstelle in der industriellen Produktion ist vorwiegend durch mechanische Eingaben (zum Beispiel mittels Tastatur und Maus) und visuelle Darstellung über Kontrollanzeigen, zunehmend auf Bildschirmen, geprägt. Auditive Systeme werden zumeist nur zusätzlich zur Warnung mittels Signaltönen verwendet.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> [Bornewasser, M., Bläsing, D., & Hinrichsen, S. (2018)]

<sup>14</sup> [Gorecky, D., Schmitt, M., & Loskyll, M. (2017)]

Eine optimale Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle hat als Hauptaufgabe die Wahrnehmung der relevanten Informationen und deren richtige Interpretation positiv zu beeinflussen. Dabei steht die Gewährleistung des fehlerfreien Ausführens eines Prozesses und die Vermeidung von Fehlentscheidungen von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen im Mittelpunkt. Ein Informationsassistenzsystem muss somit in der Lage sein gezielte Informationen und Handlungsaufforderungen zu geben.<sup>15</sup>

Die Mensch-Maschine Schnittstelle kann als graphische Benutzerschnittstelle (GUI) zur Bedienung einer Software oder als tangible Mensch-Maschine-Schnittstelle (tMMS) zur Interaktion mit der Hardware ausgeführt werden.<sup>16</sup> Obwohl auch andere Kanäle möglich sind, wird bei der Informationsbereitstellung der visuelle Kanal meist dominant verwendet. Dahingehend ist die graphische Benutzeroberfläche die wahrscheinlich wichtigste Komponente eines jeden Informationsassistenzsystems. Sie stellt die Kommunikationsmöglichkeit zwischen Mensch und Maschine dar und beeinflusst somit maßgeblich, ob mit einem System gearbeitet werden kann.<sup>17</sup> Vom ersten Eindruck bis zum regelmäßigen Arbeiten mit einem System bestimmt die Gestaltung des Graphic User Interface's oder GUI, wie die Benutzeroberfläche in der Fachsprache genannt wird, die Bedienbarkeit und die dabei empfundenen Erfahrungen und Emotionen der Nutzer und Nutzerinnen.

Für die Anwender und Anwenderinnen sind die Prozesse, welche im Hintergrund laufen nicht relevant, solange das System die geforderten Aufgaben erfüllen kann. Die Benutzeroberfläche stellt somit die Mensch-Maschine-Schnittstelle (in diesem Kontext steht das Wort Maschine für jedes technische Hilfsmittel, sei es ein Programm oder eine Maschine) dar und ist das zentrale Gestaltungsobjekt dieser Arbeit. Der Mensch gibt der Maschine mit Hilfe der Benutzeroberfläche vor, welcher Auftrag zu erledigen ist und die Maschine meldet den Status der Bearbeitung zurück. Die Maschine funktioniert hierbei wie eine „Blackbox“, und wie die Aufgaben konkret erledigt werden, ist für die reine Nutzung des Systems nicht von großer Bedeutung. Wichtig ist, dass das Ergebnis den Anwender oder die Anwenderin möglichst optimal unterstützt und dass die Kommunikation mit dem System möglichst verständlich und ansprechend funktioniert.

Aus Nutzersicht sind Qualitäten wie intuitive graphische Oberfläche und einfache Bedienbarkeit besonders wichtig und beeinflussen auch in Bezug auf externe Kunden die Markenwahrnehmung entsprechend positiv. Als Beispiel für die Positionierung eines Unternehmens sei an dieser Stelle die Firma Apple genannt, welche seit über 40 Jahren mithilfe intuitiver Benutzeroberflächen eine unangefochtene Markenpositionierung erreicht hat. Im produzierenden Umfeld sollten in Bezug auf Benutzeroberfläche und

---

<sup>15</sup> [Pfromm, M., Cieler, S., & Bruder, R. (2015)]

<sup>16</sup> [Wächter, M., & Bullinger, A. C. (2016)]

<sup>17</sup> [Brause, R. (2017)]

Bedienbarkeit ähnlich hohe Ansprüche gelten, werden aber in der Regel oftmals nicht so klar formuliert und umgesetzt. Dabei wird viel Optimierungspotenzial nicht ausgeschöpft, da Maschinen, die z.B. eine gewisse Ähnlichkeit in der Bedienung zu einem auch privat genutzten Smartphone haben, es Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen sehr viel schneller ermöglichen die Bedienung zu verstehen.

In dieser Arbeit soll der Stand der Technik in Bezug auf die Gestaltung von Benutzeroberflächen von Informationsassistenzsystemen dargestellt und anhand eines konkreten Beispiels einer Neukonzeptionierung eines Informationsassistenzsystems für ein mittelständisches Unternehmen der Elektronikzulieferindustrie in die Anwendung gebracht werden. Dabei werden theoretische Ansätze und Methoden, welche bereits in der Produktentwicklung für externe Kunden regelmäßig zu Anwendung kommen, für die firmeninterne Entwicklung angepasst und um eigene Erfahrungswerte erweitert. Dabei wird speziell auf die Gestaltung von Benutzeroberflächen von Informationsassistenzsystemen in produzierenden Betrieben eingegangen und Vorschläge zur Gestaltung angeboten.

## **1.4 Betriebsspezifisches System**

Je nach Branche und Geschäftsfeld können sich Prozesse in der Produktion sehr stark unterscheiden. Auch die Anforderungen an das Qualitätsmanagement eines Produktes und der Sicherheitsbedarf eines Prozesses können stark voneinander abweichen. Aus diesen Gründen wird oft die Entscheidung getroffen, ein System, welches im Unternehmen in sensiblen Bereichen zur Anwendung kommt, nicht extern zuzukaufen, sondern intern selbst zu entwickeln. Die Entwicklung eines betriebsspezifischen Assistenzsystems ist keine leichte Aufgabe, ist aber mitunter notwendig und sinnvoll.

Durch die interne Entwicklung kann ein System explizit nach den eigenen Bedürfnissen und Vorstellungen konzipiert werden. Eine Eigenentwicklung eines Informationsassistenzsystems kann in diesen Bereichen viel genauer auf die Bedürfnisse des Prozesses und der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eingehen als ein nachträgliches Customizing einer bestehenden Struktur eines Assistenzsystems es könnte. In hochspezialisierten Bereichen des Unternehmens kann oftmals kein vorgefertigtes Informationsassistenzsystem zur Anwendung kommen, da es diese Prozesse in der spezifischen Ausprägung nur so in diesem Unternehmen gibt.

In Bezug auf Datenschutz und Geheimhaltung gewisser prozessspezifischer Informationen kann durch eine interne Entwicklung sichergestellt werden, dass alle Prozesse während der Entwicklung und im Betrieb des Systems den firmeninternen Vorgaben entsprechen und Daten nicht nach außen gelangen. Weiters wird durch eine Eigenentwicklung unternehmensinterne Expertise aufgebaut, auf die später zugegriffen werden kann, wenn Änderungen und Anpassungen notwendig sind.

Die Einführung eines neuen Informationsassistenzsystems muss nicht alle bestehenden Strukturen abbilden, sondern soll in der gelebten Arbeitsrealität gut zu integrieren sein. Gewisse interne Abläufe eines Unternehmens richten sich sehr stark nach der vorherrschenden Hierarchie in einem Unternehmen, welche auch zum Erfolg des Projektes beitragen kann. Die internen Abläufe und Gepflogenheiten eines Unternehmens beeinflussen somit auch sehr stark die Gewichtung der einzelnen Themengebiete.

## 1.5 Partizipative Gestaltung

Das Einbeziehen von Nutzern und Nutzerinnen des Endproduktes in die Gestaltung von Systemen ist ein wichtiges Ziel der Softwareentwicklung. Unternehmen, welche laufend den Herausforderungen des Marktes und der Megatrends ausgesetzt sind, sollten auf Planungs- und Realisierungsprozesse zurückgreifen, an welchen möglichst viele Führungskräfte und Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Unternehmens beteiligt sind.<sup>18</sup> Die aktuelle Form der partizipativen Gestaltung beinhaltet zumeist nur externe Kunden, auf Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des eigenen Unternehmens wird oft nicht Rücksicht genommen.<sup>19</sup> Die Entwicklung eines Assistenzsystems für die im Unternehmen arbeitenden Personen bietet auch eine gute Möglichkeit, die Methoden, welche bei externen Kunden und Kundinnen Anwendung finden, auf interne Kunden und Kundinnen anzupassen.

Gestalter und Entwickler von Computersystemen weisen auf die Bedeutung der frühzeitigen Einbindung von Nutzern, insbesondere in die Gestaltung der Benutzeroberflächen hin. Das Einbeziehen der Anwender und Anwenderinnen kann den Gestaltern und Entwicklern dabei helfen zu verstehen, wie ein Kunde oder eine Kundin, welche nicht mit den Methoden der IT-Branche vertraut ist, die graphische Oberfläche wahrnimmt.<sup>20</sup>

Die Chancen der Digitalisierung können auch für die Herausforderungen von Verwaltung, Gesellschaft und Produktion genutzt werden. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, welche Teil der partizipativen Gestaltung sind, können selbst mitbestimmen, wie sie in der digitalen Welt lernen und arbeiten möchten. Durch diese Methode lassen sich die Qualität der Arbeit und die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens simultan steigern.<sup>21</sup> Die breite Fächerung des Teams stellt sicher, dass möglichst alle Beteiligten ihre Expertise zu dem Thema einbringen können.

---

<sup>18</sup> [Richter, M., Heisel, U., Stehle, T., Stoss, K., Luczak, H., & Schmidt, L. (2009)]

<sup>19</sup> [Hofmann, J. (Ed.). (2018)]

<sup>20</sup> [Bischof, A., Kurze, A., Totzauer, S., Storz, M., Freiermuth, M., & Berger, A. (2018).]

<sup>21</sup> [Bauer, W., Hämmerle, M., Bauernhansl, T., & Zimmermann, T. (2018)]

## 1.6 Konkrete Problemstellung

Die Firma BECOM ist in den Bereichen Electronic-Engineering-, Manufacturing- tätig und tritt als Fertigungs-Partner für viele Industriekunden auf. Das Produktspektrum reicht



von Einzelbauteilen über Komponenten und komplette Produkte für die Industrieelektronik-, Automobil- und Medizintechnikindustrie und umfasst mehrere tausend Einzelprodukte. Der Standort Hochstraß beschäftigt sich mit der Elektronikfertigung und ist auf die Bestückungsprozesse unter Verwendung der Technologien SMT (Surface Mounted Technology), THT (Through Hole Technology) sowie die Fertigungsprozesse Coating und Testing ausgerichtet. Zur Unterstützung soll ein Werkerassistenzsystem zur Informationsbereitstellung eingeführt werden, welches ein etwa 20 Jahre altes Informationssystem ersetzen soll. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde mit der BECOM Electronics GmbH mit Standort in Hochstraß gemeinsam an der Entwicklung eines Software-Prototypen für ein neues Werkerassistenzsystem gearbeitet.<sup>22</sup>

Das KMU BECOM bietet ideale Voraussetzungen um als Praxisbeispiel für die partizipative Gestaltung eines Informationsassistenzsystems herangezogen zu werden. Das Unternehmen möchte, in enger Zusammenarbeit mit den eigenen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen, ein eigenes System entwickeln. Die hohe Variantenvielfalt erfordert ein besonderes Vorgehen und war ausschlaggebend für die Entscheidung zur internen Systementwicklung. Eine Off-the-Shelf-Lösung kann die ständig neuen Anforderungen an die Produktion und damit einhergehend an ein Informationsassistenzsystem nicht vollständig abdecken.

Das bereits existierende Computersystem in Verbindung mit einer Unterlagenmappe in Papierform stößt an seine Grenzen und muss somit verbessert oder ersetzt werden. Auch die Bedienung des bestehenden Systems stellt eine große Herausforderung an neue Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen dar. Mit dem System vertraute Personen schätzen die Arbeitsweise und die Logik, welche den Daten zu Grunde liegt. Eine Verbindung des bereits bestehenden Knowhows mit der Motivation zur Veränderung ergibt die optimalen Bedingungen für diese Diplomarbeit. Die bei BECOM gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse fließen in diese Arbeit ein und geben den Praxisbezug zu den verschiedenen theoretischen Ansätzen an. Die enge Zusammenarbeit mit dem Unternehmen ermöglicht es Prinzipien, die aus der Produktentwicklung für externe Kunden stammen, für die interne Entwicklung anzupassen.

---

<sup>22</sup> [BECOM]

## 1.7 Vorgehensweise und inhaltliche Abgrenzung

Am Anfang dieser wissenschaftlichen Arbeit steht eine intensive Beschäftigung mit dem Stand der Technik von Informationsassistenzsystemen und den theoretischen Grundlagen der angrenzenden Themenbereiche. Nach einer ersten Eingrenzung der Anforderungen wurde der Titel „Partizipative Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle eines Informationsassistenzsystems für einen mittelständischen Elektronikzulieferer“ festgelegt. Abbildung 2 verdeutlicht die Vorgehensweise und stellt bereits die weiterführenden Schritte für das Unternehmen dar.

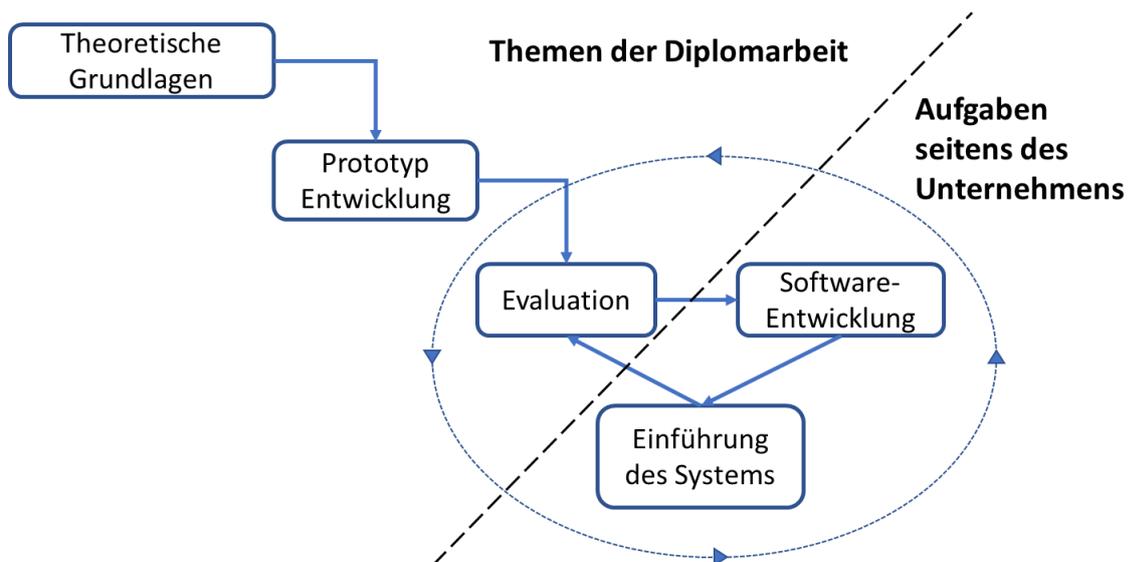


Abbildung 2: Vorgehensweise und inhaltliche Abgrenzung<sup>23</sup>

Diese Diplomarbeit befasst sich mit dem Ermitteln der theoretischen Grundlagen, der Sammlung und Dokumentation aller Anforderungen an ein Assistenzsystem und daraus resultierend der Entwicklung eines Softwareprototypen und dessen Evaluation im Hinblick auf Usability und User Experience. Die Entwicklung der Software und die Implementierung in die Produktion obliegt der Verantwortung von BECOM.

Die Evaluierung des Softwareprototypen und somit auch der Methoden und Ansätze aus der Fachliteratur stellt die Aktualität und die Relevanz der Überlegungen sicher. Für die interne Testung des Softwareprototypen werden die internen Kunden, die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen von BECOM, herangezogen. Die Kommentare und Bewertungen der Tester und Testerinnen des Unternehmens werden genau betrachtet und zur Bewertung der graphischen Oberfläche des Softwareprototypen aber auch zur Bewertung der verwendeten Methoden herangezogen. Die Ergebnisse der Testung werden in Kapitel 5.1 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse festgehalten.

<sup>23</sup> [Eigene Illustration]

## 2 Theoretische Grundlagen

Die in diesem Kapitel beschriebenen Grundlagen sollen den Stand der Technik in den Bereichen Informationsassistenzsysteme, Software-Prototyping, Usability und User Experience (UX) und Entwicklungsmanagement wiedergeben. Diese Themenbereiche sind die Grundlage für die Entwicklung eines Informationsassistenzsystems. Nachfolgend soll ein Überblick über die Möglichkeiten der Gestaltung und Testung eines Assistenzsystems zur Informationsbereitstellung gegeben werden. Welche Methoden und Maßnahmen bei der Umsetzung endgültig zum Einsatz kommen, muss sorgfältig untersucht und gegeneinander abgewogen werden.

### 2.1 Thematische Bausteine der Arbeit

Im folgenden Kapitel werden die Themenbereiche Informationsassistenzsysteme, Software-Prototyping sowie Usability und User Experience (UX) und Entwicklungsmanagement kurz skizziert. Diese vier Gebiete beeinflussen die Gestaltung eines Informationsassistenzsystems maßgeblich und müssen zur optimalen Lösungsfindung in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) miteinander in Verbindung gesetzt werden. Dabei handelt es sich nicht um statische Fixpunkte im Entstehungsprozess eines Informationsassistenzsystems, sondern um dynamisch angepasste Prozesse, welche in Wechselwirkung zueinanderstehen. Abbildung 3 verdeutlicht wie die einzelnen Themengebiete in Verbindung zueinanderstehen. In Kapitel 3 wird die verwendete Methodik detaillierter erörtert.

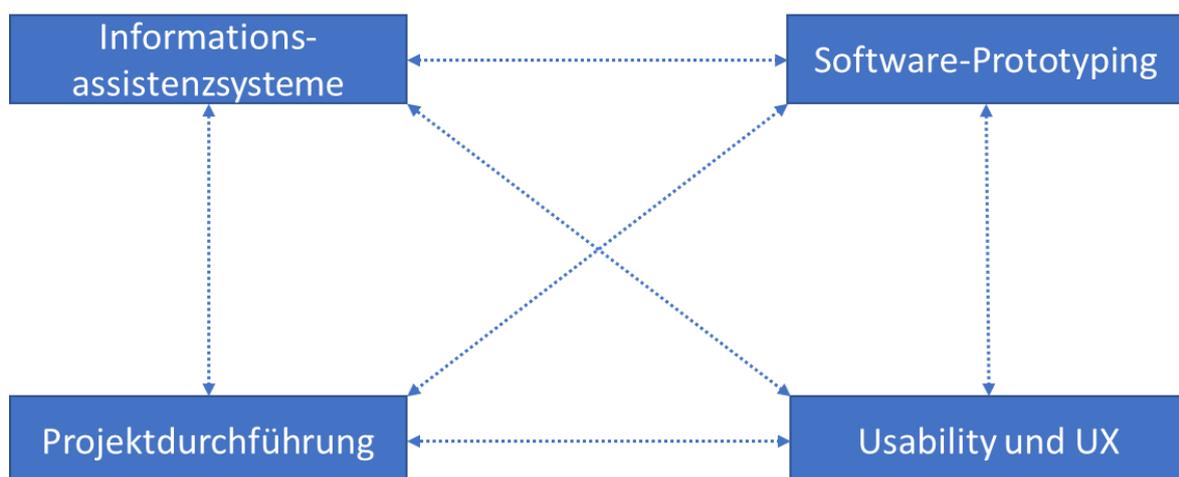


Abbildung 3: Thematische Bausteine der Arbeit<sup>24</sup>

Die in Abbildung 3 angeführten Themenbereiche sollen nachfolgend, insbesondere in Bezug auf die vorliegende Themenstellung, vorgestellt werden.

<sup>24</sup> [Eigene Illustration]

## **Informationsassistenzsysteme**

Unter dem Begriff Assistenzsystem ist jedes technische Hilfsmittel zur Verrichtung der Arbeit zusammengefasst. In weiterer Folge wird eine Methode der Einteilung verschiedener Assistenzsysteme (Morphologie) vorgestellt und das für den betrachteten Anwendungsfall relevante Informationsassistenzsystem genauer beschrieben. (siehe Kapitel 2.3)

## **Software-Prototyping**

Es existieren verschiedene Methoden, um einen Softwareprototypen zu erstellen. Je nachdem wie weit ein Projekt vorangeschritten ist, können unterschiedliche Prototypen zur Anwendung kommen. Der Papierprototyp und der Klickdummy haben sich im Laufe dieser Arbeit als sehr nützlich erwiesen. (siehe Kapitel 2.4)

Der Sinn eines Prototyps besteht darin aufzuzeigen wie das endgültige Programm aussehen würde und ermöglicht eine erste und frühzeitige Testung der grundlegenden Gestaltungsparameter des Assistenzsystems.

## **Usability und User Experience (UX)**

Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Unternehmens werden nach erfolgter Implementierung des Assistenzsystems auch mit diesem arbeiten. Ihre Meinung zu dem System und ihr Mitwirken bei der Entwicklung (partizipative Gestaltung) sind deswegen unabdingbar.

Wie eine Usability und User Experience Testung mit internen Kunden und Kundinnen von statten gehen kann wird nachfolgend genauer vorgestellt. Auch grundlegende Kriterien zur Gestaltung einer graphischen Oberfläche fließen in das Wahrnehmen des Systems ein. In Kapitel 2.5 wird auf die Definition der Begriffe und die Testung der Usability und User Experience genau eingegangen.

## **Entwicklungsmanagement**

Jedes Entwicklungsprojekt muss auch „gemanagt“ werden. Die Entscheidung wie die Entwicklung von statten geht, liegt in der Obhut der jeweiligen Verantwortlichen für die Durchführung. Nachfolgend werden drei Ansätze vorgestellt: das „klassische“ Projektmanagement und Ansätze der agilen Entwicklung sowie eine Kombination beider Ansätze. Kapitel 2.6 ist als Handlungsvorschlag gedacht und die Umsetzung im konkreten Projekt ist dem jeweiligen Entwicklungsteam überlassen.

## 2.2 Synopsis des Gestaltungsprozesses

Die Gestaltung eines Informationsassistenzsystems setzt sich aus den zuvor beschriebenen inhaltlichen Bereichen zusammen. Abbildung 4 gliedert die 4 Bereiche nochmals in Teilbereiche auf und überlagert die prozessuale Komponente in Form des Prozesses der Definition der Anforderungen, der Gestaltung eines Softwareprototypen und der Evaluierung.

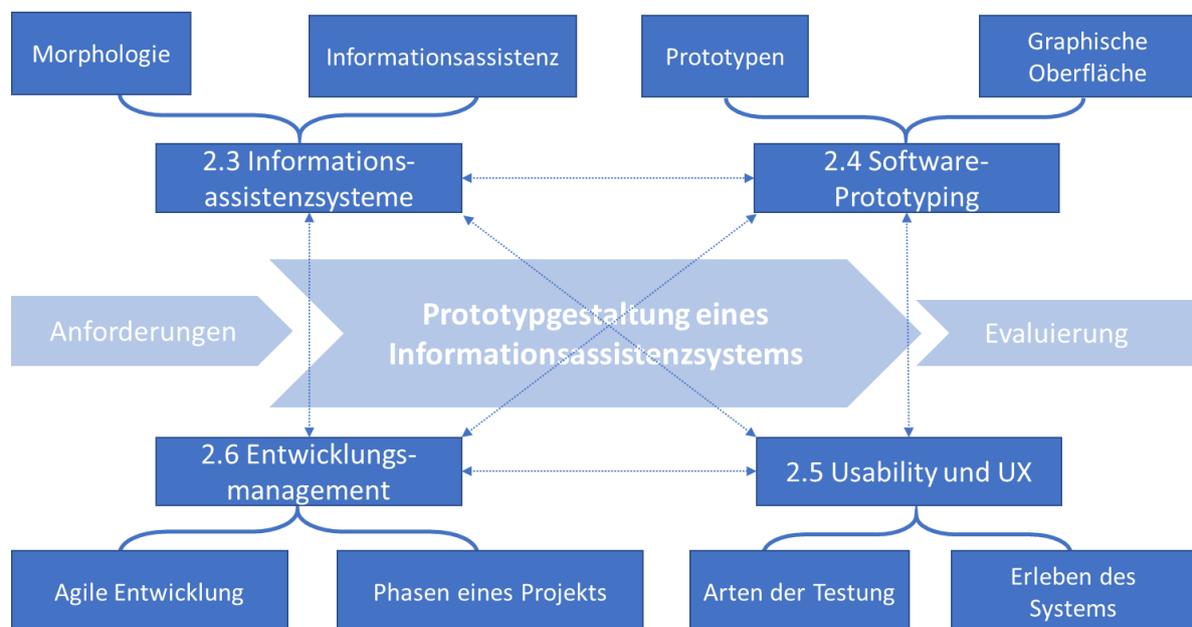


Abbildung 4: Synopsis des Gestaltungsprozesses<sup>25</sup>

In diesem Kapitel soll auf die einzelnen Themen eingegangen und deren Relevanz erläutert werden. Die konkrete Anwendung der jeweiligen Konzepte ist in Kapitel 4 näher erklärt. Die in Abbildung 4 gezeigten Teilbereiche, aus welchen sich die Anforderungen und Überlegungen des Entwicklungsprozesses zusammensetzen, sollen in den folgenden Kapiteln genau betrachtet werden. Branchenspezifisch oder auch prozessspezifisch kann sich eine unterschiedliche Gewichtung der verschiedenen Faktoren ergeben. Auch können zusätzliche Themenbereiche hinzugefügt werden, sollten diese prozessrelevant sein. Die genauen Spezifikationen müssen für das jeweilige Unternehmen im ersten Schritt der Überlegung und Konzeption abgeklärt werden.

<sup>25</sup> [Eigene Illustration]

## 2.3 Informationsassistenzsysteme

Die zentrale Aufgabe eines Assistenzsystems besteht darin den Arbeitern und Arbeiterinnen eines Unternehmens assistierend zur Verfügung zu stehen. Es ist in diesem Kontext noch nicht genau beschrieben, in welcher Form diese Assistenz bereitgestellt wird. Durch Faktoren wie die Arbeitsumwelt, die gestellte Aufgabe und die Belastungseinflüsse wird auch die Herausforderung an die in produzierenden Unternehmen arbeitenden Menschen beeinflusst. Der Mensch im Umfeld seiner Arbeitsumgebung ist in Abbildung 5 dargestellt.

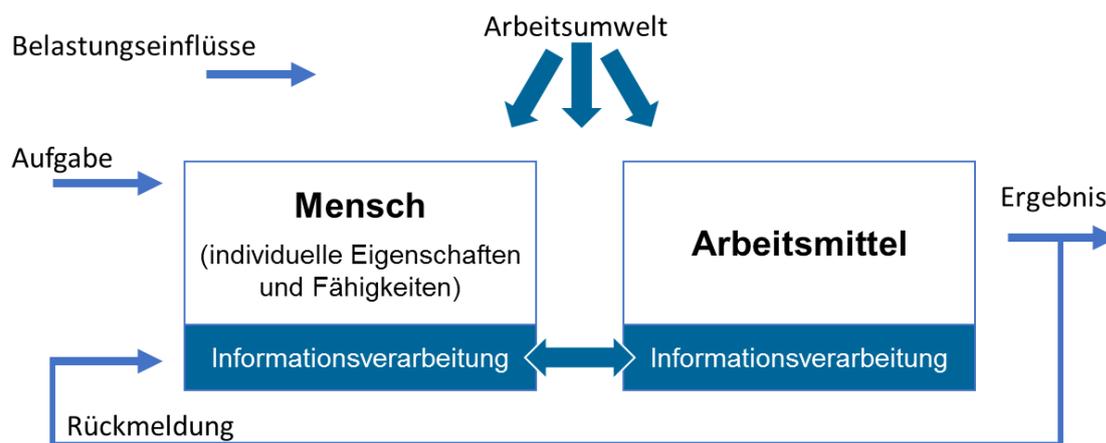


Abbildung 5: Strukturschema menschlicher Arbeit<sup>26</sup>

Durch unterschiedlichste Einflussfaktoren wird auch die Art der vom Menschen benötigten Assistenz bestimmt. Die Unterstützung kann physischer, kognitiver, organisatorischer und kommunikativer Art sein. Weiters muss unterschieden werden, ob der Mensch beispielsweise im Einzelfall oder routinemäßig Unterstützung bei seiner Arbeit benötigt. Auch die Art der Informationseingabe und -ausgabe richtet sich stark nach äußeren Gesichtspunkten. Je nach Arbeitsumgebung und Arbeitsauftrag kann sich ein sehr unterschiedliches Anforderungsprofil einstellen. Ist die Lärmbelastung an einem Arbeitsplatz zum Beispiel sehr hoch, kann ein rein auditives System von dem Mitarbeiter oder der Mitarbeiterin nicht gut wahrgenommen werden. Weiters bestimmt z.B. der Umstand, ob die Tätigkeit den gleichzeitigen Einsatz beider Hände verlangt, wie die Informationseingabe gestaltet werden muss. Diese und weitere Überlegungen führen dazu, dass eine Form der Einteilung von Assistenzsystemen getroffen werden muss. Je nach Anwendungsfall kann zwischen unterschiedlichen Arten der benötigten und bereitgestellten Form der Assistenz unterschieden werden.

Eine gut geeignete Form der Unterscheidung von Assistenzsystemen bietet nachfolgende Morphologie der Assistenzsysteme. Sie ist in Abbildung 6 dargestellt.

<sup>26</sup> [Schmauder, M., & Spanner-Ulmer, B. (2014); Abbildung 1.5]

<b>Art der Unterstützung</b>	Physisch		Kognitiv		Organisatorisch		Kommunikativ			
<b>Art der Delegation</b>	Im Einzelfall			Routinemäßige Nutzung			Selbstorganisation			
<b>Eingriffsart</b>	Informierend		Warnend		Assistierend		Teilautonom		Vollautonom	
<b>Automatisierungsstufe</b>	Handlungsalternativen	Auswahl einschränkung	Vorschlag	Ausführung + Bestätigung	Ausführung bei Vetorecht	Ausführung + Info	Info nur nach Anfrage	Autonome Entscheidung		
<b>Arbeitsteilung</b>	Seriell			Parallel			Parallelredundant			
<b>Anwendungsgebiet</b>	Fertigung, Montage		Logistik		PPS, AV		Qualität		Instandhaltung, Service	Sonstige
<b>Informationseingabe</b>	Manuell		Verbal		Gestikular		Bewegungsarten		Sonstige	
<b>Eingabeeinheit</b>	Haptisch/Taktil		Auditiv		Kinästhetisch		Optisch		Sonstige (bspw. Bionisch)	
<b>Informationsausgabe</b>	Optisch		Akustisch			Haptisch		Sonstige		
<b>Ausgabeeinheit</b>	Visuell ortsfest		Visuell mobil		Auditiv ortsfest		Auditiv mobil		Haptisch	Sonstige

**Abbildung 6: Morphologie für Assistenzsysteme<sup>27</sup>**

Obige Morphologie für Assistenzsysteme erlaubt eine systematische Einordnung unterschiedlicher Systeme und im Idealfall auch einen Vergleich. In Kapitel 4.2 Morphologie des Assistenzsystems wird diese Einteilungsmethode anhand des in dieser Arbeit betrachteten Praxisbeispiels durchgeführt.

Das für BECOM angestrebte Assistenzsystem soll die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen bei ihrer Tätigkeit unterstützen. Die Anforderungen an ein derartiges System definiert sich hauptsächlich durch die kognitive Unterstützung der arbeitenden Personen. Somit handelt es sich hierbei um ein so genanntes Informationsassistenzsystem.

### 2.3.1 Informationsassistenz

Ein Assistenzsystem zur Informationsbereitstellung stellt dem Arbeitsprozess unterstützend Informationen zur Verfügung. Um effizient mit dem System arbeiten zu können muss diese Information auch geeignet aufbereitet und den Nutzern dargebracht werden. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen müssen möglichst einfach und schnell die benötigten Dokumente und Anweisungen erhalten und finden. Dieses Kapitel soll ein Verständnis für grundlegende Bereiche der Informationsaufbereitung und -darstellung schaffen.

<sup>27</sup> [VU Assistenzsysteme]

### 2.3.1.1 Informationsassistenzsysteme

In produzierenden Betrieben gibt es unterschiedliche Abteilungen und entsprechend auch mehr oder weniger unterschiedliche Arbeitsplätze. Auch wenn die Anforderungen an den Mitarbeiter und die Mitarbeiterin oftmals stark voneinander abweichen, haben alle die Tatsache gemein, dass Informationen bezüglich des aktuell zu bewältigenden Arbeitsschrittes bereitgestellt werden müssen. Ein sogenanntes Werkerinformationssystem vereint die Bereiche des Informationsmanagements und des Wissensmanagements. Das System soll dafür sorgen, dass relevante Informationen in der richtigen Granularität und zum richtigen Zeitpunkt dargestellt werden, um die entsprechende Tätigkeit möglichst effizient ausführen zu können. Zu einem Werkerassistenzsystem wird dieses ursprünglich reine Informationssystem durch zusätzliche Hilfestellungen zum Arbeitsprozess.<sup>28</sup> Abbildung 7 zeigt die schematische Darstellung eines Werkerassistenzsystems, welches über einen Bildschirm Informationen bereitstellt.



Abbildung 7: Schematische Darstellung eines Informationsassistenzsystems<sup>29</sup>

Ein Assistenzsystem zur Informationsbereitstellung muss nicht zwangsläufig auf einem Computerbildschirm realisiert werden. Als Mensch-Maschine Schnittstelle kommen verstärkt mobile Technologien wie Handhelds, Tablets und Datenbrillen zur Anwendung. Sowohl Handheld, Datenbrille als auch Tablet sind örtlich flexibler einsetzbar als herkömmliche stationäre Systeme. Jedoch gibt es zum Teil Vorbehalte diese Technologien in der Produktion zu verwenden. So kann es zu Kompatibilitätsproblemen mit dem im Betrieb verwendeten Betriebssystem kommen. Für den mobilen Einsatz muss auch eine flächendeckende WLAN-Netzwerkanbindung gewährleistet sein. In Versuchsaufbauten zu Trainingszwecken konnten allerdings bereits gute Resultate erzielt werden.<sup>30</sup>

<sup>28</sup> [Reinhart (2017)]

<sup>29</sup> [Eigene Illustration]

<sup>30</sup> [Brauns, S., Käfer, T., Koriath, D., & Harth, A. (2016), Kapitel 6]

Die Theorien und Ansätze, wie Information geeignet dargestellt werden können, sind generell anwendbar und beschränken sich nicht zwangsläufig auf ein Medium. In weiterer Folge soll aufgrund der Rahmenbedingungen des Anwendungsbeispiels nur auf die Anwendung eines stationären Informationsassistenzsystems und die Darstellung der Information auf einem größeren (22-Zoll und größer) Bildschirm beschrieben werden. Für die Anwendung auf anderen Geräten können diese Gestaltungsrichtlinien durchaus, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass noch zusätzliche mediumsspezifische Anpassungen vorgenommen werden müssen, herangezogen werden.

Wie bereits am Anfang des Kapitels erwähnt, soll ein Informationsassistenzsystem relevante Informationen in der richtigen Granularität und zum richtigen Zeitpunkt darstellen. Die wahrscheinlich größte Herausforderung bei der Gestaltung eines solchen Systems besteht darin festzustellen, welche Informationen relevant sind, welches der richtige Zeitpunkt ist und welche Art der Darstellung von Information die geeignetste ist.

### 2.3.1.2 „One fits all“ versus nutzergruppenorientiertes Assistenzsystem

Bevor mit der eigentlichen Konzeptionierung eines Werkerassistenzsystems begonnen werden kann, muss der Verwendungskontext geklärt werden. Je nach Komplexität des betrachteten Prozesses aber auch entsprechend persönlicher Präferenzen kann, wie in Abbildung 8 dargestellt, ein einziges Assistenzsystem, welches alle Bereiche eines Unternehmens abdeckt, aber auch ein nutzergruppenorientiertes System für einzelne Nutzergruppen entwickelt werden.

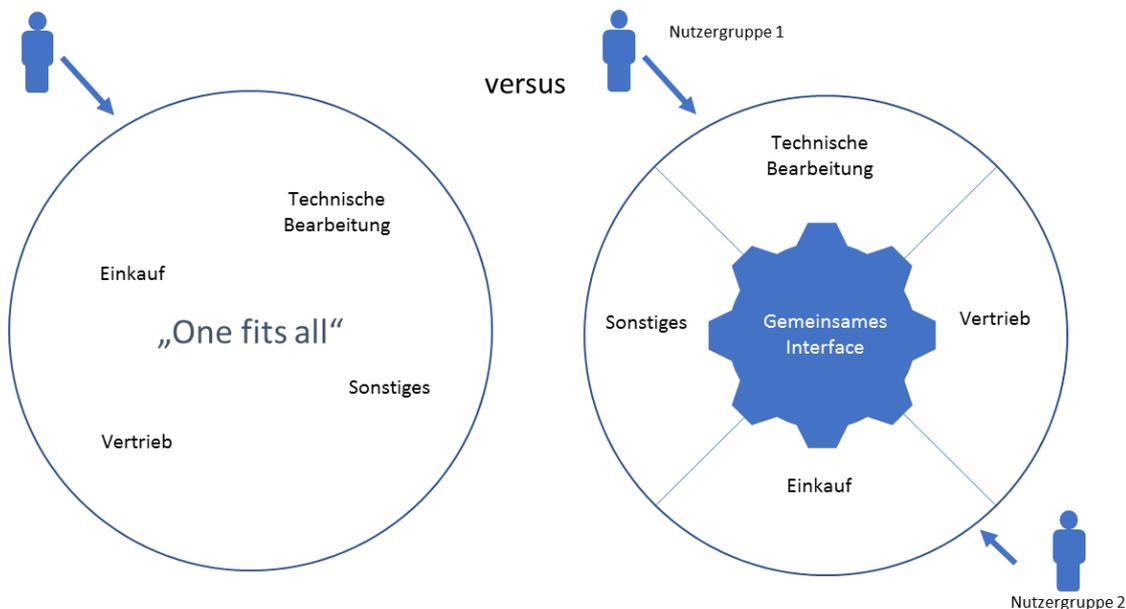


Abbildung 8: "One fits all" vs. nutzergruppenorientiertes Assistenzsystem<sup>31</sup>

<sup>31</sup> [Eigene Illustration]

Die Überlegung welche Art von Werkerassistenzsystem zur Anwendung kommt, ist in vielen Branchen bereits vorgegeben. In Rahmen dieser Diplomarbeit werden nur produzierende Unternehmen betrachtet. In diesen gibt es zumeist bereits eine vorherrschende Struktur (Abteilungsstruktur oder vorgegebene Hierarchie) und bereits bestehende Prozesse und Abläufe. Gewonnene Erfahrung aus historisch gewachsenen Prozessen soll in die Entwicklung einfließen und gut funktionierende Konzepte durchaus übernommen werden.

Die Gestaltung eines neuen Werkerassistenzsystems bietet allerdings auch die Möglichkeit sich Gedanken über bestehende Prozesse und Strukturen zu machen und auch gegebenenfalls bewusst neue Abgrenzungen zu anderen oder Zusammenlegungen mit ähnlichen Bereichen und Abteilungen schaffen. Diese Chance sollte genützt werden und die Datenstruktur und die generellen Prozesse betrachtet und gegebenenfalls überarbeitet werden. Eine Digitalisierung allein kann nie alle Probleme, welche im analogen Prozess bereits bestehen, lösen. Allerdings bietet sie einen guten Startpunkt zur Optimierung und zur generellen Analyse bestehender Prozesse und Systeme.<sup>32</sup>

### 2.3.1.3 Aufbereitung von Information

„Information existiert nicht für sich. Information referenziert immer auf Wissen.“ (Kuhlen, R. (2013); Kapitel A 1.2; Seite: 2) Eine Information ist im Kontext einer Situation zu betrachten und liefert das dazugehörige handlungsrelevante Wissen. Information wird in der Regel auch nicht dauerhaft gespeichert oder gelernt. Gerade deswegen muss sie bei Bedarf abrufbar sein.<sup>33</sup>

Im Kontext der Produktion ist Information die grundlegende Komponente zur Sicherung eines Arbeitsablaufes. Für die Entwicklung eines physischen Produktes ist meist kontextspezifische Wissen notwendig. Über die Entwicklung, die Qualitätssicherung bis hin zum Verkauf müssen unterschiedlichste Aspekte betrachtet werden. Nach erfolgter Produktfreigabe ist für die Herstellung des Produktes allerdings nur mehr relevant wie es gefertigt werden muss. Das „Warum es so gefertigt werden muss?“ ist Teil der Entwicklung, wurde dort berücksichtigt und ist für den reinen Produktionsprozess nicht mehr von Bedeutung. Zusammengefasst kann behauptet werden, dass ein Produktionsprozess vor allem Arbeitsanweisungen und montagerelevante Informationen benötigt.

Im ersten Schritt auf dem Weg zu einem Werkerassistenzsystem muss identifiziert werden, welche Information zu welchem Arbeitsschritt an welchem Arbeitsplatz benötigt wird. Die vorherrschende Situation in produzierenden Unternehmen beschreibt

---

<sup>32</sup> [digitalenterprise.ch]

<sup>33</sup> [Kuhlen, R. (2013)]

sich allerdings so, dass oft die Arbeitsschritte bereits vordefiniert sind und die dazugehörigen Arbeitsanweisungen in Papierform vorhanden sind. Die große Herausforderung besteht darin, diese bekannten Informationen und Arbeitsanweisungen in geeigneter Form dem Mitarbeiter und der Mitarbeiterin am jeweiligen Arbeitsplatz zukommen zu lassen.

Abbildung 9 zeigt schematisch wie die Informationsdarstellung an unterschiedlichen Arbeitsplätzen mit unterschiedlich aufbereiteten Inhalten eines fiktiven Produktionsprozesses aussehen kann.

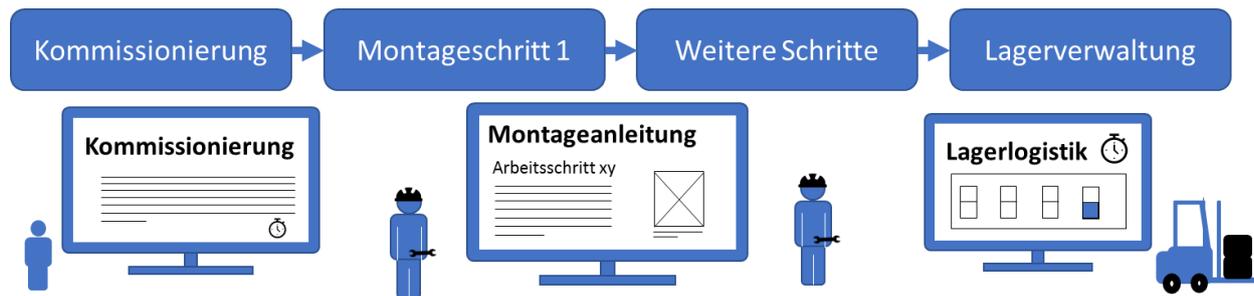


Abbildung 9: Darstellung von verschiedenen Informationen<sup>34</sup>

Zu jedem Arbeitsschritt wird spezifische Information benötigt, welche wiederum nur für den jeweiligen Schritt relevant ist. Die Zeitvorgaben für die Kommissionierung sind zum Beispiel für die Montage nicht mehr relevant, so wie die Montageanleitung und ein Bauplan für die anderen Abteilungen keinen Mehrwert bringen. In der Arbeits- und Prozess-Planung sind die unterschiedlichen Abteilungen immer in ihrem Zusammenspiel zu sehen. Prozesszeiten setzen sich aus der Summe aller Arbeitsschritte zusammen. Für die jeweiligen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen ist allerdings nur die Information zu dem aktuell zu bewältigenden Arbeitsschritt, sowie möglicherweise zu vorhergehenden und nachfolgenden Arbeitsschritten, relevant. Auch die Aufbereitung der jeweiligen Informationen ist von großer Bedeutung. Auf die Gestaltung solcher Inhalte soll in Kapitel 2.4.2 eingegangen werden.

## 2.4 Software-Prototyping

Am Beginn der Entwicklung einer graphischen Oberfläche müssen grundlegende Entscheidungen getroffen werden. Dabei ist festzulegen, welche Anforderungen an diese Oberfläche gestellt werden und welches grundlegende Design zur Anwendung kommen soll. Zur Testung einer Idee können, so wie in dieser Arbeit illustriert, Software-Prototypen herangezogen werden. Dieses Kapitel soll verdeutlichen, wie dieser Prozess ablaufen kann.

<sup>34</sup> [Eigene Illustration]

## 2.4.1 Ausgereiftheit der Überlegungen

Die Idee der Implementierung eines Informationsassistenzsystems kann von einem ersten Brainstorming, in dem beschlossen wurde sich mit dem Thema auseinanderzusetzen, bis zu einer ganz konkreten, auf historischen Erfahrungen beruhenden Aufgabenstellung stammen. Je nach Ausgereiftheit der Überlegungen muss mit unterschiedlichen Methoden gearbeitet werden. Befindet sich eine Idee noch in der Pilotphase, muss anders an das Thema herangegangen werden als bei einer reinen Digitalisierung eines erprobten Prozesses.

Die in diesem Kapitel vorgestellten Software-Prototypen sind auch mit Bereichen des Wissensmanagements in Verbindung zu bringen, da es unterschiedlichste Methoden des Softwareprototypings gibt. Ein einfacher Prototyp entspricht somit einem ersten Brainstorming auf einem Whiteboard (oder ähnlichem) und ein komplexerer Prototyp ist vergleichbar mit dem Stadium einer Auswertung von konkreten Konzepten. Dahingehend können Software-Prototypen einen unterschiedlichen Reifegrad aufweisen. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 10 dargestellt.

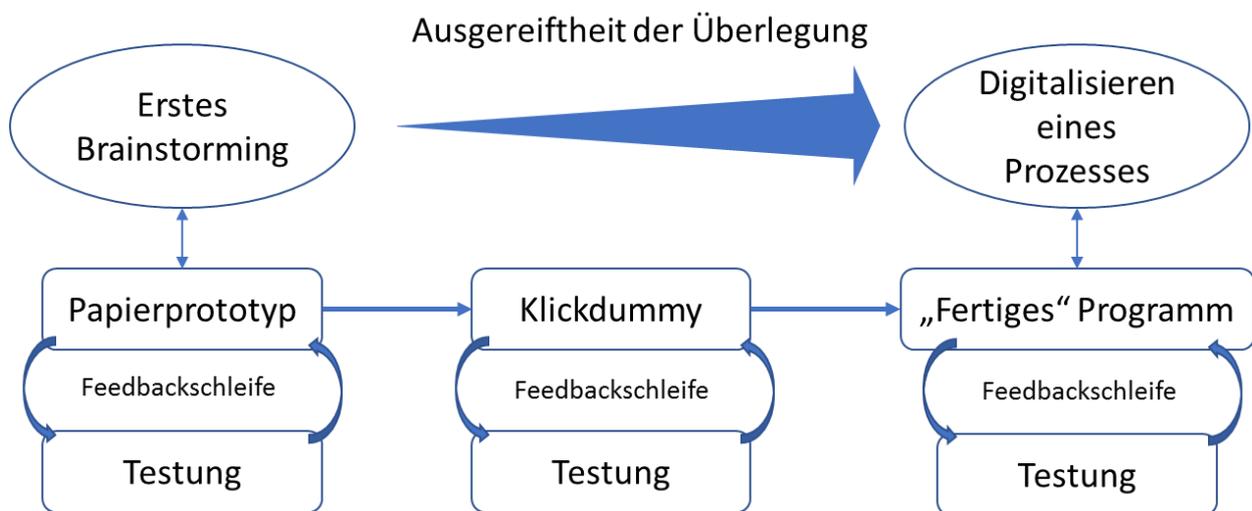


Abbildung 10: Unterschiedliche Reifegrade von Software-Prototypen<sup>35</sup>

In den nächsten Unterpunkten soll auf drei ausgewählte Varianten eingegangen werden. Wie bereits in Abbildung 10 ersichtlich, sollen der Papierprototyp, der Klickdummy und das fertige Programm genau betrachtet werden. Diese Methoden und Prototypen haben sich im Rahmen dieser Arbeit als besonders nützlich herausgestellt.

Jeder Prototyp muss auch getestet werden. Hierbei muss auch die Testung dem verwendeten Prototyp angepasst sein. Aus der Testung gewonnenes Feedback fließt wieder in die Weiterentwicklung ein. Diese Methode der agilen Entwicklung wird in Kapitel 2.6.2 Ansätze aus der agilen Entwicklung genau betrachtet.

<sup>35</sup> [Eigene Illustration]

### 2.4.1.1 Der Papierprototyp

Wenn noch so gut wie keine oder sehr geringe Anforderungen an ein Werkerassistenzsystem bekannt und auch die Rahmenbedingungen der Realisierung diffus sind, bietet ein Papierprototyp einen sehr guten Startpunkt.

Alle Ideen und Überlegungen, die die Informationsdarstellung oder das Design betreffen, können schnell als Skizze mit Stift auf Papier aufgezeichnet werden. Diese Zeichnungen werden auch als „Scribbles“ bezeichnet. „Scribbles sind einfache Skizzen, die helfen, Ideen zu entwickeln und Klarheit über den Aufbau und die Funktionen einzelner Seiten zu bekommen.“ (Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), Kapitel 13, S:129)<sup>36</sup> Abbildung 11 zeigt schematisch wie solche Scribbles aussehen können.

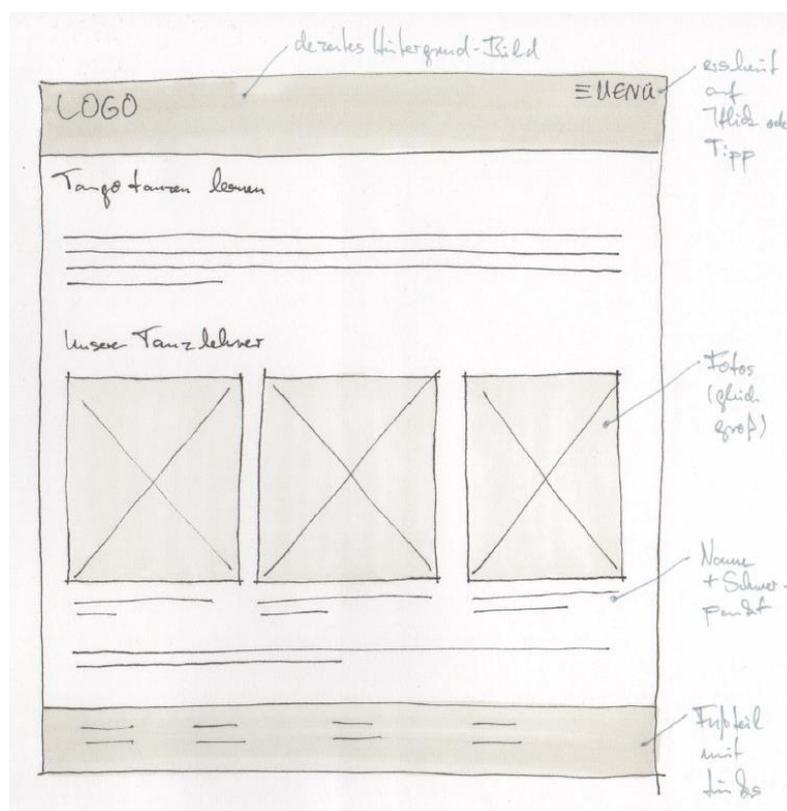


Abbildung 11: Schematische Darstellung von Scribbles<sup>37</sup>

Der wohl größte Vorteil dieser stark vereinfachten Darstellung besteht darin, dass sehr schnell erste Entwürfe dargestellt werden können. Die generelle Struktur eines Programms kann damit sehr gut skizziert und auch erste Überlegungen zur Aufbereitung des Inhaltes können sehr schnell untersucht werden. Obwohl ein Scribble noch so gut wie keine prozessrelevante Information beinhaltet, können erste Erkenntnisse bezüglich der Positionierung von Bildern, Textpassagen und auch Schaltflächen gewonnen werden.

<sup>36</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017)]

<sup>37</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), Abbildung 13.1, S:130]

Ein Papierprototyp einer Software besteht somit aus einzelnen Zetteln mit schematischer Aufbereitung der Inhalte, welche übereinandergelegt werden können. Wenn nun ein Proband oder eine Probandin auf einen der aufgezeichneten Buttons drückt, kann die dazu passende nächste Seite händisch aufgelegt werden. Dieses Verfahren ist gerade im Anfangsstadium eines Projektes zur Gestaltung einer graphischen Oberfläche von großer Bedeutung. Abbildung 12 zeigt die mögliche Verwendung eines Papierprototypen.

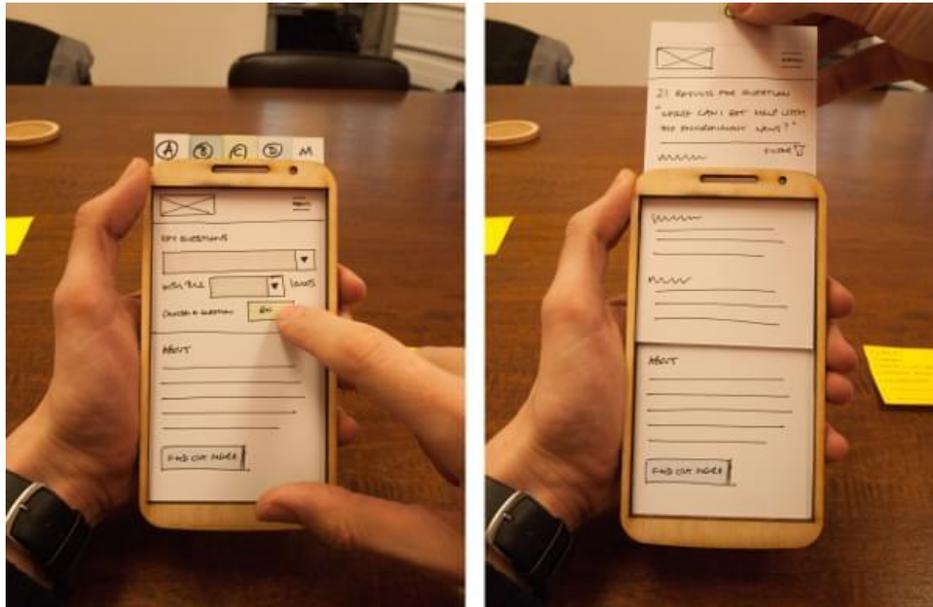


Abbildung 12: Verwendung eines Papierprototypen<sup>38</sup>

Die Vor- und Nachteile des Papierprototypen sind in Tabelle 1 noch einmal zusammengefasst dargestellt.

#### Vorteile:

- Schnell
- Einfach
- Sehr geringer Erstellungsaufwand
- Erste Abschätzung
- Informationsstruktur gut testbar

#### Nachteile:

- Keine fertige Anwendung
- Farben nicht oder nur schwer testbar
- Begrenzung des Informationsinhaltes
- Für Präsentationen dem Management gegenüber oft ungeeignet

Tabelle 1: Vor- und Nachteile eines Papierprototypen

Es ist zu beachten, dass sich dieses Verfahren gut dafür eignet, um einen Startpunkt für die weiteren Überlegungen festzulegen, es allerdings weitere Testungen bei voranschreiten des Projekts braucht.

<sup>38</sup> [sitepoint.com]



bei bekannter Information deren Darstellung zu betrachten. Weiters kann der Aufbau des Systems sehr gut abgebildet und getestet werden.

Der große Vorteil eines Klickdummys in Form von Wireframes liegt darin, dass sowohl über Inhalte und Funktionen als auch über ästhetische Aspekte nachgedacht werden kann.<sup>41</sup> Weiters lassen sich Logik und Usability rudimentär testen und diese Art von Software-Prototyp eignet sich gut, um nicht direkt im Entwicklungsprozess beteiligten Personen zeigen zu können, wie das fertige Programm aussehen und funktionieren soll. Mit relativ geringem Aufwand kann das System simuliert und Änderungen schnell eingearbeitet werden. Sobald ein Klickdummy getestet und für gut befunden wurde, kann er als Vorlage für das endgültige Programm dienen.

**Vorteile:**

- Geringer Erstellungsaufwand
- Inhalte und die wichtigste Funktion sind gut testbar
- Ästhetische Aspekte können berücksichtigt werden

**Nachteile:**

- Nicht alle Funktionen sind bereits im Klickdummy enthalten
- Größerer Erstellungsaufwand wie der Papierprototyp

**Tabelle 2: Vor- und Nachteile des Klickdummys**

### 2.4.1.3 Das fertige Programm

Wenn der betrachtete Prozess bereits vollständig analysiert ist und die Anforderungen an Design, Informationsgehalt und Datenstruktur genauestens definiert wurden, kann ein Prototyp der Software erstellt werden, welcher dem endgültigen Programm schon sehr nahekommt. Auch wenn vermeintlich alle Rahmenbedingungen des Prozesses bekannt sind und das Design bereits festgelegt wurde, muss auch dieser Prototyp getestet werden. Hierbei wird in der Fachliteratur zwischen Alpha- und Beta-Testung unterschieden. Diese Begriffe stammen aus der kundenorientierten Softwareentwicklung. Die zugrundeliegenden Prinzipien dieser Methodik können allerdings auch in einem firmeninternen Entwicklungsprozess, bei welchem die in der Produktion arbeitenden Menschen des Unternehmens als Kunden des Endproduktes betrachtet werden, Anwendung finden.

**Alpha-Testung:** „In-house and highly trusted users“<sup>42</sup>

Die Alpha-Testung einer Software wird im eigenen Entwicklungskreis durchgeführt. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Projektteams aber auch vertrauenswürdige Außenstehende testen den Prototypen. In erster Linie soll durch so eine Testung die fehlerfreie Funktion des Programms gewährleistet werden.

<sup>41</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), 14.2 Wozu Wireframes?]

<sup>42</sup> [Braude, E. J., Bernstein, M. E. (2016)]

Die Software muss möglichst einwandfrei funktionieren, um eine weitere Testung sinnvoll gestalten zu können. Je ausgereifter ein Programm auf außenstehende Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen wirkt, umso höher ist auch deren Erwartungshaltung. So können kleine funktionale Fehler eines Systems die Stimmung der Tester und Testerinnen stark beeinflussen und zu einer deutlich negativeren Bewertung führen, als dies bei anderen Prototypen der Fall wäre.

### **Beta-Testung**<sup>43</sup>

Nach bestandener Alpha-Testung erfolgt die Beta-Testung. Die Beta-Testung wird mit ausgesuchten Kunden des Endsystems durchgeführt. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse und Auswertungen fließen direkt in den Entwicklungsprozess ein. Diese Testung soll sicherstellen, dass das System auch wirklich den Kundenanforderungen entspricht.

Sowohl die Alpha- als auch die Beta-Testung haben das Ziel möglichst viele Informationen für das endgültige Programm zu sammeln. Diese Art der Testung ermöglicht es auf Kundenwünsche reagieren zu können und eine Software vor endgültiger Fertigstellung auf Schwächen, Funktionalität aber auch Begeisterung der Nutzer zu testen. Die Vor- und Nachteile dieser Art der Software-Testung sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

#### **Vorteile:**

- Bereits wie das Original
- So gut wie alles testbar (Inhalt fehlt teilweise noch)

#### **Nachteile:**

- Sehr hoher Erstellungsaufwand
- Erwartungen sehr hoch → Enttäuschung auch

**Tabelle 3: Vor- und Nachteile eines fertigen Programms**

## **2.4.2 Gestaltung einer graphischen Oberfläche**

In diesem Kapitel sollen die Anforderungen und Überlegungen zum Gestalten von graphischen Benutzeroberflächen möglichst allgemein formuliert zusammengefasst werden. Die graphische Darstellung verschiedenster Inhalte sollte möglichst einfach und intuitiv verständlich sein. Je komplexer ein System ist, umso höher qualifiziert muss ein Mitarbeiter oder eine Mitarbeiterin für die Nutzung des Systems sein. Die Hauptaufgabe soll allerdings im Abwickeln des Arbeitsprozesses liegen und nicht im Verstehen des IT-Systems. Es ist wichtig, die Mensch-Maschine Interaktion so einfach wie

---

<sup>43</sup> [Braude, E. J., Bernstein, M. E. (2016)]

möglich zu gestalten. Dabei soll der Mensch die Kontrolle behalten und durch das System nur unterstützt werden. Die graphische Darstellung muss einfach und eindeutig sein, der Mensch soll darüber hinaus die Kontrolle über das System haben.<sup>44</sup>

Durch eine geeignete Darstellung von Inhalten kann eine deutliche Zeitersparnis festgestellt werden.<sup>45</sup> Eine gute graphische Oberfläche hat einen sehr starken Einfluss auf die Produktivität. Auch kann im Bereich Qualitätssicherung einiges an Verbesserungspotential entwickelt werden. Durch relevante Informationen den jeweiligen Arbeitsschritt betreffend kann die Qualität eines Prozesses und somit auch die Qualität des erzeugten Produktes gesichert und gegebenenfalls auch verbessert werden.

Durch eine Digitalisierung einer Arbeitsunterweisung und montagerelevanter Dokumente kann der Papierverbrauch eines Unternehmens deutlich eingeschränkt werden. Der Papierverbrauch verursacht auf der einen Seite Kosten und schadet auf der anderen Seite auch der Umwelt, somit sollte er aus beiden Gründen reduziert werden.<sup>46</sup>

Zusammenfassend sei hier erwähnt, dass die übersichtliche und einfache Gestaltung der Benutzeroberfläche eines Assistenzsystems von großer Bedeutung ist und bei der Gestaltung dieser größte Sorgfalt an den Tag zu legen ist.

### **2.4.2.1 Anforderungen an eine graphische Oberfläche**

Die genauen Anforderungen, welche an eine graphische Oberfläche für ein Werkerassistenzsystem gestellt werden, sind oft sehr stark von dem Verwendungskontext abhängig. Unterschiedliche Industrien und Unternehmen haben oft eigene Vorstellungen und Vorgaben. In diesem Kapitel soll auf alle allgemein gültigen Anforderungen eingegangen werden. Die allgemeinen Richtlinien können somit als guter Startpunkt für das Erstellen des Pflichtenheftes und für die ersten Prototypen herangezogen werden.

#### **Einfache Bedienbarkeit<sup>47</sup>**

Eine einfache Bedienbarkeit erleichtert neuen Personen in der Firma den Einstieg und verbessert auch für langjährige Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen den Arbeitsvorgang. Lästiges und auch langwieriges Suchen von Informationen soll so vermieden werden.

#### **Strukturierung der Daten<sup>48</sup>**

Die Schaffung eines neuen Assistenzsystems bietet die Möglichkeit sich Gedanken über Datenstrukturen zu machen. Es sollen nicht die Probleme des bestehenden Systems digitalisiert, sondern dies als Chance gesehen werden Probleme, die schon immer existierten, zu beseitigen. In der Darstellung auf einer graphischen Oberfläche

---

<sup>44</sup> [Senderek, R. (2018)]

<sup>45</sup> [Kletti, J. (2015)]

<sup>46</sup> [impulse.de]

<sup>47</sup> [Ellek, D., Müller, W., Rebholz, S., & König, S. (2017)]

<sup>48</sup> [Bühler, P., Schlaich, P., & Sinner, D. (2019)]

muss die Strukturierung der Daten möglichst einfach und verständlich dargestellt werden. Dieser Punkt kann einiges an Arbeit in der Vorbereitung der Inhalte verursachen, bietet aber auch die Möglichkeit Prozesse und Strukturen optimal zu gestalten und bekannte Probleme im neuen System gezielt zu vermeiden.

### Übersichtliche Oberfläche<sup>49</sup>

Der Startbildschirm des Programms soll eindeutig und intuitiv bedienbar sein. Es soll auf einen Blick erkenntlich sein, welche Schaltfläche welche Funktion ausführt. Bestehenden Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen muss es möglich sein anhand der Gestaltung des Startbildschirms sofort zu wissen, welche Informationen sich hinter welchem Element verbergen. Des Weiteren soll sich dadurch die Einschulung von neuem Personal deutlich einfacher gestalten. Eine generelle, simple Darstellung der gesamten graphischen Oberfläche soll ein schnelles und intuitives Arbeiten mit dem System ermöglichen.

Von einem Startbildschirm kann in weiterer Folge auf benötigte Informationen zugegriffen werden und nach Einsicht dieser wieder auf den Startbildschirm zurückgekehrt werden können. Abbildung 14 verdeutlicht diese Struktur.

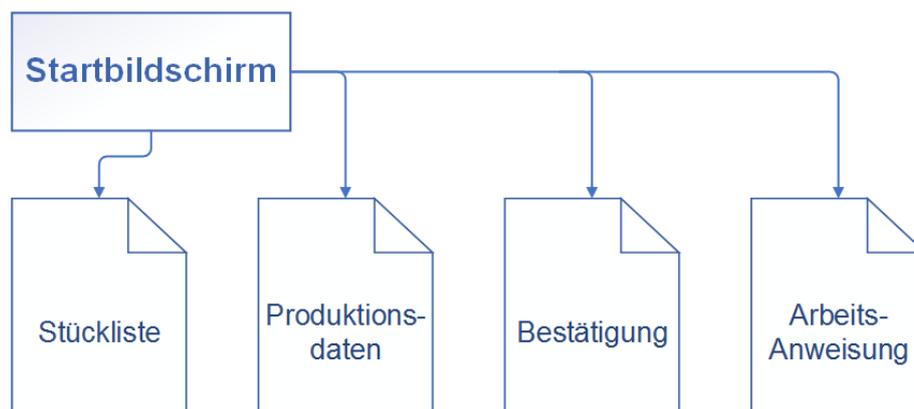


Abbildung 14: symbolische Darstellung der Benutzeroberfläche<sup>50</sup>

### Eindeutige Informationsbereitstellung<sup>51</sup>

Es stellt sich die Frage, welche Information für welchen Arbeitsplatz und in welcher Granularität relevant ist. Nicht jeder Arbeitsschritt oder Arbeitsplatz benötigt die gleichen Informationen. Es sollen nur die für den am Arbeitsplatz betrachteten Prozessschritt relevanten Details dargestellt werden. An jedem Arbeitsplatz sollen genau die Informationen angezeigt werden, welche dort auch wirklich sind. Es kann allerdings durchaus auch von Vorteil sein, wenn die Möglichkeit existiert immer und überall auf alle Informationen zuzugreifen zu können, jedoch nur wenn dies explizit gewünscht

<sup>49</sup> [BECOM]

<sup>50</sup> [Eigene Illustration]

<sup>51</sup> [DIN EN ISO 9241-112]

wird. Somit ist es wichtig, auch optisch die klare Trennung zwischen für den Prozessschritt relevanten Dokumenten und anderen bei Bedarf einsehbaren Zusatzinformationen vorzusehen. Hier können farbliche Unterscheidungen hilfreich sein. Das Assistenzsystem kann durch zum Beispiel durch Scannen eines Ausweises erkennen wer sich an welchem Arbeitsplatz und in welchem Arbeitsplan befindet und somit die Entscheidung, welche Informationen relevant sind, treffen. So kann z.B. zur Dokumentation des Ablaufes festgestellt werden, wer an diesem Arbeitsplatz und an einem bestimmten Produkt arbeitet beziehungsweise gearbeitet hat.

### **Flexibilität/Adaptivität des Systems<sup>52</sup>**

Fertigungsbedingt können nicht immer alle Abläufe in der genau gleichen Reihenfolge mit immer denselben Arbeitsschritten eingehalten werden. Ein Werkerassistenzsystem soll in der Lage sein, sich den gegebenen Bedingungen anzupassen und es erlauben Arbeitsschritte in unterschiedlicher Reihenfolge auszuführen oder generell neue Schritte zuzulassen. Die Abweichungen von vorgegeben Arbeitsschritten muss hier im Sinne einer lückenlosen Dokumentation des Ablaufes eindeutig beschrieben werden. Die genaue Umsetzung dieser Forderung ist an den jeweiligen Arbeitsschritt anzupassen. Bei gewissen Prozessen ist die Bearbeitungsreihenfolge von großer Relevanz und darf nicht verändert werden. In einem solchen Fall muss das Assistenzsystem auf die genaueste Einhaltung der Arbeitsvorgaben beharren.

In diesem Kontext sei auch auf Unterschiede in Bezug auf Massenfertigung und Serienfertigung hingewiesen. Bei einer Serienfertigung werden verschiedene Varianten eines Produktes in unterschiedlichen Losgrößen gefertigt. Bei einem solchen Produktionsablauf kann eine gewisse Flexibilität des Systems von Vorteil sein. Bei der Massenfertigung wird ein Bauteil immer gleich in sehr großen Mengen gefertigt. In diesem Fall kann es sein, dass es besser ist, wenn das System eher starr auf der Einhaltung des vorgegebenen Ablaufs besteht.<sup>53</sup>

### **Aktualität der Dokumente<sup>54</sup>**

Für die mit dem System arbeitenden Personen ist von sehr großer Bedeutung, dass ihnen immer bewusst ist, welches Dokument das Aktuellste ist. Sollte eine Änderung in einem Dokument (z.B.: Stückliste oder Arbeitsplan) vorgenommen werden, muss darauf hingewiesen werden. Die Frage, ob für Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen immer nur das aktuellste Dokument einsehbar ist oder ob sie benachrichtigt werden, dass eine neuere Version existiert, ist eine sehr wichtige grundlegende Frage bei der Gestaltung eines Assistenzsystems und dessen Benutzeroberfläche.

---

<sup>52</sup> [BECOM]

<sup>53</sup> [Glaser, H. (2013).]

<sup>54</sup> [DIN EN ISO 9241-112]

## **Bestätigungen**<sup>55</sup>

In Produktionsbetrieben ist es, insbesondere bei sicherheitskritischen Prozessen oder bei Vorgabe durch das Qualitätsmanagement, in der Regel vorgeschrieben, dass vor jedem wichtigen Arbeitsschritt Hinweisblätter und Arbeitsvorschriften gelesen und bestätigt werden müssen. Diese Bestätigung und Dokumentation findet in produzierenden Unternehmen zumindest bereits in handschriftlicher Form statt. Durch eine digitale Bestätigung soll in weiterer Folge die generelle Nachvollziehbarkeit verbessert und auch der Papierverbrauch des Unternehmens reduziert werden.

Das System muss von jedem Mitarbeiter und jeder Mitarbeiterin eine Bestätigung, dass der Arbeitsschritt und alle damit einhergehenden Bestimmungen verstanden wurden, verlangen. Für den Mitarbeiter und die Mitarbeiterin muss auch optisch deutlich ersichtlich sein, dass es sich bei dem betrachteten Dokument um ein Hinweisblatt oder eine Arbeitsvorschrift handelt. Es muss auch auf den ersten Blick verständlich sein, dass eine Bestätigung zu so einem Dokument nicht einfach nur ein Weiterschalten im Programm ist, sondern auch die Verpflichtung zur Einhaltung der Anweisungen und Vorschriften beinhaltet.

## **Einfache Produktionsrückmeldungen**<sup>56</sup>

Die einfache Produktionsrückmeldung soll die Kommunikation zwischen den Abteilungen und vor allem zwischen Arbeitsplanung und Produktion verbessern. Informationen über Abschluss eines Arbeitsschritts sind für die Planung sehr wichtig. Mögliche Fehler und aufgetretene Probleme erleichtern das Planen neuer und verbessern bereits bestehende Prozesse.

Die einfachste Form der Produktionsrückmeldung in produzierenden Betrieben stellt das Schichtprotokoll dar. In diesem werden Prozessfortschritt und aufgetretene Fehler und Verzögerungen festgehalten. Der Vorteil einer einfachen Prozessrückmeldung liegt nicht allein in der Digitalisierung des analogen Protokolls, sondern auch in der theoretischen Echtzeit-Behandlung eingehender Rückmeldungen. Sollte ein System, welches live reagiert, explizit gewünscht oder auch nicht gewünscht werden, sollte bei der Behandlung von Rückmeldungen gezielt darauf Rücksicht genommen werden.

Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen muss auf den ersten Blick klar sein, ob die Produktionsrückmeldung einem Eintrag ins Schichtprotokoll gleichkommt oder ob eine dringliche Anfrage gesendet wird. In konkreten Anwendungsfällen in der Produktion wird es mit sehr großer Wahrscheinlichkeit von großem Vorteil sein, sowohl Dokumentation des Prozessfortschrittes als auch die Möglichkeit der direkten Rückmeldung bei Feh-

---

<sup>55</sup> [DIN EN ISO 9241-112]

<sup>56</sup> [BECOM]

lern oder Problemen zuzulassen. Eine eindeutige Kennzeichnung der jeweiligen Rückmeldung kann so auch viele Vorteile bezüglich des Informationsmanagements bringen.

### **Anzeigen von Bildern und Videos**

Ein Werkerassistenzsystem muss in der Lage sein Bild- und Videodateien anzeigen zu können. Bei den Bilddateien handelt es sich im Allgemeinen um Bestückungspläne, Montagepläne, technische Zeichnungen und dergleichen, welche bereits in der Produktion, oftmals in Papierform, in Verwendung sind. Videos bieten sich an, um gewisse Arbeitsschritte schnell und intuitiv erklären zu können. Ein Werkerassistenzsystem soll den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen das Arbeiten so gut wie möglich erleichtern und geeignete Hilfestellung bei der Bewältigung schwieriger Inhalte bieten.

Die steigende Komplexität von Montageprozessen erhöht auch die kognitive Belastung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Die erhöhte kognitive Belastung resultiert unter anderem aus nicht eindeutigen Handlungsanweisungen, fehlenden Bauplänen, unzureichender visueller Gestaltung von Signalen und schlecht gewählter farblicher Unterscheidung von Graphiken oder Bauteilen. Ein informatorisches Assistenzsystem, mit gut aufbereiteten Bildern und Videos, als Zusatz zur rein textuellen Beschreibung, kann den Arbeitsprozess deutlich erleichtern und die Belastung reduzieren.<sup>57</sup>

### **2.4.2.2 Allgemeine Gestaltungskriterien**

Die einfache Bedienbarkeit steht im Vordergrund der Gestaltung einer grafischen Benutzeroberfläche. Hierbei ist besonders auf gängige Probleme zu achten, welche trotz einer sorgfältigen Gestaltung auftreten können:<sup>58</sup>

#### **Orientierung**

Der Nutzer muss immer wissen wo er oder sie sich innerhalb des Informationsraumes befindet. Es muss nachvollziehbar sein, wo man sich momentan befindet, wie man dort hingelangt ist und wie man wieder zurück zum vorherigen Bildschirm oder Startbildschirm kommt.<sup>58</sup>

#### **Vollständigkeit**

Es muss auf einen Blick ersichtlich sein, ob alle wichtigen Informationen bereits gegeben wurden oder ob sich etwaig zusätzliche Information in weiteren Unterpunkten verstecken. Diese Darstellung muss eindeutig und den mit dem System arbeitenden Menschen bekannt sein.<sup>58</sup>

---

<sup>57</sup> [Bornewasser, M., Bläsing, D., & Hinrichsen, S. (2018)]

<sup>58</sup> [Thüring, M. (2002)]

## Verstehen und Behalten

Bei zu vielen Informationen aus zu vielen Quellen fällt es Menschen oft schwer alle relevanten Informationen zu verarbeiten und entsprechend zu behalten. Hierbei kommt das bereits in den Anforderungen erwähnte Reduzieren der Datenstrukturen zur Anwendung. Demnach ist es besser wenige Dokumente mit komprimierten Informationen zur Verfügung zu stellen als einfach nur alle Dokumente auf einmal.<sup>59</sup>

### 2.4.2.3 ICONS

Der Begriff Icon beschreibt kleine Bilder oder Piktogramme, welche als Bestandteil einer grafischen Benutzeroberfläche verwendet werden.<sup>60</sup> Im Idealfall sind diese Icons selbsterklärend und werden durch den Bediener oder die Bedienerin durch Anklicken aktiviert. Bekannte Beispiele sind hierbei Icons für Festplatten, Compact Discs und den Papierkorb.<sup>61</sup> In nachfolgender Aufstellung sind einige ausgewählte Icons als Gestaltungsobjekte einer graphischen Oberfläche dargestellt:

---

<sup>59</sup> [Thüring, M. (2002)]

<sup>60</sup> [wiki/Icon]

<sup>61</sup> [itwissen.info]



Abbildung 15: Dokument<sup>62</sup>

Symbol, welches sofort als Dokument verstanden werden kann.



Abbildung 16: Einstellungen<sup>63</sup>

Gängiges Symbol für Einstellungen, welches auf Android-basierten Systemen oft Anwendung findet.



Abbildung 17: Person<sup>64</sup>

Schematische Darstellung eines Menschen, welche in verschiedenen Graphiken zur Anwendung kommen kann.



Abbildung 18: Werker<sup>64</sup>

Schematische Darstellung eines Werkers, welche in verschiedenen Graphiken zur Anwendung kommen kann.



Abbildung 19: Lagerlogistik<sup>64</sup>

Schematische Darstellung eines Gabelstaplers. Diese Darstellung wird oft stellvertretend für die gesamte Lagerwirtschaft verstanden.



Abbildung 20: Rückmeldung<sup>64</sup>

Darstellung eines Messenger Services wie sie bereits bei einigen Handy-Apps zum Einsatz kommt.

Bei der Gestaltung von Icons soll großer Wert auf ihre Eindeutigkeit und Verständlichkeit gelegt werden. Das wohl bekannteste Beispiel für diese Überlegung ist das Notausgangsschild, welches in jedem Gebäude dieser Welt angebracht ist. Es ist universell verständlich unabhängig von Sprache, Herkunft und Kultur. Obgleich dieser Grad an Bekanntheit in einem produktionsbasierten Assistenzsystem einer Firma nicht erreicht werden kann, dient dieser Vergleich als ein Ideal, welches angestrebt werden sollte. Die kreierte Symbole sollten entweder intuitiv verständlich sein oder den dahinterstehenden Prozess beschreiben. Hierbei könnte auf „Open Source Icons“ zurückgegriffen werden oder aber eigene neue Icons gestaltet werden.

---

<sup>62</sup> [Icon/Dokument]

<sup>63</sup> [Icon/Einstellungen]

<sup>64</sup> [Eigene Illustration]

### 2.4.2.4 Psychologie in der Gestaltung

Die Anforderungen an das optische Erscheinungsbild eines Assistenzsystems sind grundlegend von psychologischen Gesichtspunkten geprägt. Eine genaue Auseinandersetzung mit diesem Thema ist zwar durchaus von Vorteil, allerdings können die Basisanforderungen an die Gestaltung einer graphischen Oberfläche durchaus knapp formuliert werden. Dieses Kapitel soll ein paar der wichtigsten und auch grundlegendsten Themengebiete kurz und bündig zusammenfassen.

#### Farbe

Bei der Gestaltung einer graphischen Oberfläche kommen unterschiedliche Überlegungen zu tragen. Soll das Assistenzsystem „leicht“ und „kreativ“ wirken oder soll deutlich auf Kontrolle und Performanz hingewiesen werden? Helle und bunte Farben wirken auf den Menschen leicht und verspielt im Hinblick auf die Interaktion. Das wohl bekannteste Beispiel dazu wäre das Betriebssystem von Apple.

Dunkle Farben bis hin zu schwarz drücken hingegen Exklusivität und eine gewisse Souveränität und Seriosität aus. Blau, Grau und auch Schwarz werden generell eher in Verbindung mit dem Thema Technik verstanden.<sup>65</sup>

Bei einem Assistenzsystem für den firmeninternen Gebrauch kommen zusätzlich zur Farbpsychologie im Allgemeinen noch Überlegungen zur Farbauswahl innerhalb des Unternehmens im Rahmen der „Corporate Identity“ zur Anwendung. Oft sind gewissen Produkten oder Prozessschritten bereits verschiedene Farben zugeordnet. Sollten diese internen Farbcodes gut gewählt sein und ein einfaches Arbeiten ermöglichen, sollte auch bei der Gestaltung eines neuen Assistenzsystems auf diese Erfahrungen zurückgegriffen werden.

#### Formen

Die Formgebung bestimmter Elemente bestimmt zusätzlich zur verwendeten Farbe und gegebenenfalls auch Sprache die Wahrnehmung. Scharfe Kanten und klare Kontraste symbolisieren Professionalität. Fließende Übergänge und weiche Kanten werden wiederum als eher verspielt wahrgenommen.<sup>65</sup> Abbildung 21 soll diese zwei unterschiedlichen Ansätze zur Gestaltung von Elementen darstellen.



Abbildung 21: Gestaltungsbeispiel für Form und Farbe<sup>66</sup>

Die linke Graphik weist harte Kanten, dunkle Farben und eine technische Sprache auf. Sie wird als stark technisch und professionell verstanden. Die rechte Graphik hingegen

<sup>65</sup> [Van de Sand, F. (2017)]

<sup>66</sup> [Van de Sand, F. (2017); 7.3 Sprache]

weist weiche Kanten, helle Farben und eine leichte Sprache auf. Sie kann als spielerisch und modern verstanden werden. Auch wenn dies ein sehr einfaches Beispiel ist, kann die Wirkung von Farbe und Form sehr deutlich veranschaulicht werden.

Eine reine Fokussierung auf die kognitive Gebrauchstauglichkeit ist, mit Ausnahme von sicherheitstechnisch relevanten Anwendungen, nicht mehr praktikabel. Computer und Smartphones beispielsweise werden nicht mehr als reine Gebrauchsgegenstände betrachtet, sondern sind heute auch Lifestyleprodukte<sup>67</sup>, die Lebensgefühl und Status repräsentieren.

### Anordnung von Elementen

Grundsätzlich nutzen immer mehr Menschen Computer und Smartphones im privaten Umfeld.<sup>68</sup> Somit kann davon ausgegangen werden, dass den meisten Personen die Benutzung eines Computers entweder bereits vertraut ist oder zumindest in nächster Zeit vertraut wird. Die meisten Programme sind zumindest in der Grundstruktur für den Anwender gleich aufgebaut. Diese Grundstruktur ergibt sich aus der Leserichtung und es wird, so wie bei dieser Arbeit auch, von links oben nach rechts unten gelesen. Dies hat zur Folge, dass gewisse Menüs und Funktionen immer an der gleichen Stelle des Bildschirms zu finden sind. Ein großes Hauptmenü zieht sich immer über den oberen Rand des Bildschirms, ein Nebenmenü ist immer am linken Rand angeordnet. Der Button zum Speichern eines Dokumentes ist beispielsweise zumeist am rechten unteren Rand des Fensters angebracht. Auch die Reihenfolge gewisser Funktionen und deren Position ist mehr oder weniger fix vorgegeben. Die allgemeinen Gestaltungsrichtlinien sollen im Sinne einer intuitiven Bedienbarkeit eines Assistenzsystems in Betracht gezogen werden. Abbildung 22 verdeutlicht diesen Aufbau mit einem Beispiel wie es in vielen Programmen vorkommt.



Das Bild zeigt ein Dialogfenster mit dem Titel "Programm". Innerhalb des Fensters steht der Text "Speichern unter:" gefolgt von einem leeren Textfeld. Rechts unten befinden sich zwei Buttons: "ABBRECHEN" und "SPEICHERN".

Abbildung 22: exemplarisches Beispiel zur Anordnung<sup>69</sup>

<sup>67</sup> [Diefenbach, S., & Hassenzahl, M. (2017)]

<sup>68</sup> [Arnold, D., Butschek, S., Steffes, S., & Müller, D. (2016)]

<sup>69</sup> [Eigene Illustration]

## 2.5 Usability und User Experience (UX)

In der Welt des Marketings und der verkaufsorientierten Produktgestaltung ist Usability und User Experience (UX) zu einem unverzichtbaren Kriterium geworden. Usability und User Experience gewinnen allerdings auch immer mehr an Bedeutung bei der Gestaltung firmeninterner Produkte. Jeder gute Prozess hat auch immer einen Kunden oder eine Kundin. Wie gut diese mit dem Prozess oder einem Assistenzsystem, welches diesen Prozess unterstützt, arbeiten können beeinflusst maßgeblich den Erfolg und die Akzeptanz dieses Systems. Wenn Menschen gut und gerne mit einem System arbeiten, wirkt sich das auch unmittelbar positiv auf die Zufriedenheit der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen und mittelbar auf den Produktionsoutput aus.

### 2.5.1 Begriffsdefinition

**Usability** kann mit Gebrauchstauglichkeit ins Deutsche übersetzt werden. Die Gebrauchstauglichkeit beschreibt nach Norm (DIN EN ISO 9241-11, 3.1.1 Gebrauchstauglichkeit)<sup>70</sup>: Das „Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“

Betreffend eines Werkerassistenzsystems kann die Usability unter anderem mit folgenden Fragen bestimmt werden:

- Erfüllt das Assistenzsystem alle funktionalen Voraussetzungen?
  - Kommt es zu einer Produktivitätssteigerung?
  - Erfahren die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eine Arbeitserleichterung?
  - Werden die Kriterien zur Qualitätssicherung erfüllt?
  - etc.
- Kann das Assistenzsystem die Aufgabe voll und ganz erfüllen?
  - Wie sieht der Ausgereiftheitsgrad (wieviel muss zusätzlich noch nach dem „alten“ Schema gearbeitet werden) aus?
  - Sind alle relevanten Funktionen (z.B.: Darstellung aller benötigten Dateiformate) in das System implementiert?
- Ist das Assistenzsystem bedienbar?

Die zentrale Fragestellung zur Usability lautet:

→ Kann mit dem System gut und zufriedenstellend gearbeitet werden?

---

<sup>70</sup> [DIN EN ISO 9241-11]

**User Experience (UX)** lässt sich mit Nutzererfahrung ins Deutsche übersetzen. Mit Erfahrung ist in diesem Kontext das emotionale Erleben eines Produktes gemeint. Die Norm definiert dieses Erfahren wie folgt: „User Experience ist eine Folge des Markenbilds, der Darstellung, Funktionalität, Systemleistung, des interaktiven Verhaltens und der Unterstützungsmöglichkeiten eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung. Sie ergibt sich auch aus dem psychischen und physischen Zustand des Benutzers aufgrund seiner Erfahrungen, Einstellungen, Fähigkeiten, Möglichkeiten und seiner Persönlichkeit sowie des Nutzungskontextes.“ (DIN EN ISO 9241-11, 3.2.3 User Experience, Anmerkung 2)<sup>71</sup> Betreffend eines Werkerassistenzsystems kann die User Experience u.a. mit folgenden Fragen bestimmt werden:

- Wie wird das Assistenzsystem in der Nutzung erlebt?
  - Wie wirkt sich das System auf die MitarbeiterInnenzufriedenheit aus?
  - Welche Aussagen bezüglich der Nutzerakzeptanz (hängt direkt mit Zufriedenheit und Funktionalität/Usability zusammen) können getroffen werden?
  - Ergibt sich ein positives/negatives Empfinden des Assistenzsystems? Daraus resultiert ein positives/negatives Empfinden des Arbeitsauftrages → MitarbeiterInnenmotivation
- UX umfasst das gesamte Erleben des Systems
  - Arbeiten mit dem Assistenzsystem
  - Support (z.B.: Hotline oder Ansprechpartner)
  - etc.
- Die zentrale Fragestellung zur User Experience lautet:

→ Wird gerne mit dem System gearbeitet? Kommt Begeisterung auf?

### Abgrenzung von Usability und User Experience

User Experience ist ein weit umfassendes Thema und beinhaltet auch die Usability. Usability betrachtet zumeist eher nur die Funktionalität einer graphischen Oberfläche während User Experience das gesamte System betrachtet und somit auch sämtliche Services und Abläufe betrachtet. Die Kommunikation zwischen Abteilungen oder auch zwischen Werkerassistenzsystem und Arbeitsplanung und dessen Erleben fließt in die Bewertung der User Experience mit ein. Aus diesem Grund sollte das Entwicklungsteam auch aus mehreren Verantwortlichen der unterschiedlichsten Disziplinen wie zum Beispiel Webdesigner und Entwickler, Produktverantwortliche, Servicemitarbeiter, Marketing- und Brandmanager bestehen.<sup>72</sup>

---

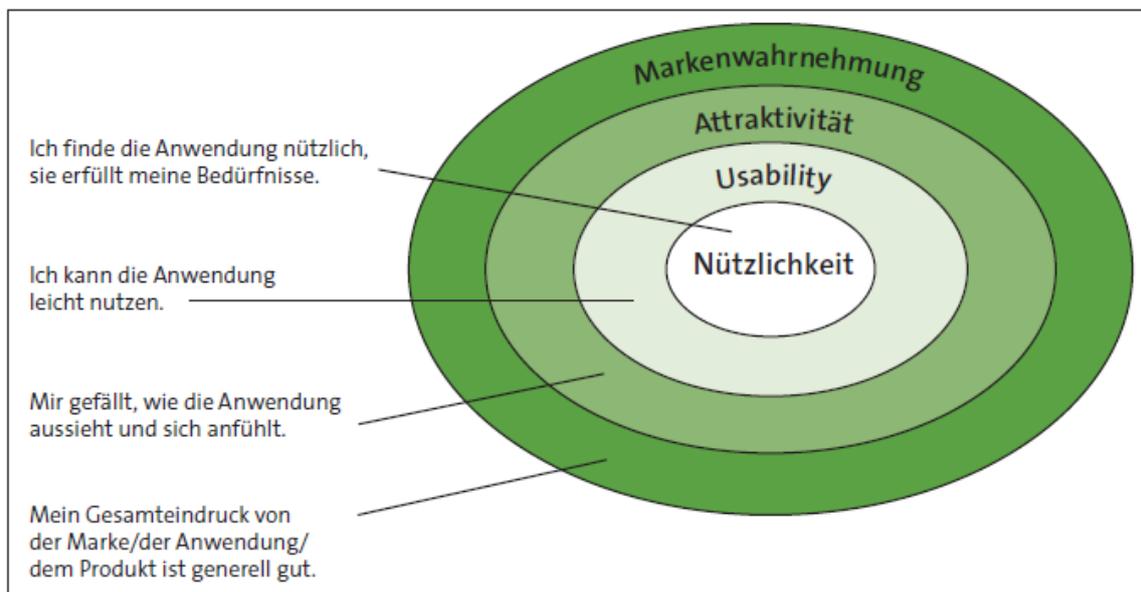
<sup>71</sup> [DIN EN ISO 9241-11]

<sup>72</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017)]

Daraus ergeben sich 4 Disziplinen, welche berücksichtigt werden müssen:<sup>73</sup>

- Utility: Ist das Assistenzsystem nützlich? Erfüllt es alle funktionellen Anforderungen?
- Usability: Ist das Assistenzsystem einfach und intuitiv zu bedienen?
- Desirability: Sieht die graphische Oberfläche gut aus? Fühlt sich das Arbeiten mit dem System gut an?
- Brand Experience: Ist der Gesamteindruck des Systems gut und stimmig?

Wie in Abbildung 23 dargestellt umfasst die User Experience das gesamte Erleben eines Systems.



**Abbildung 23: User Experience als Gesamterlebnis<sup>74</sup>**

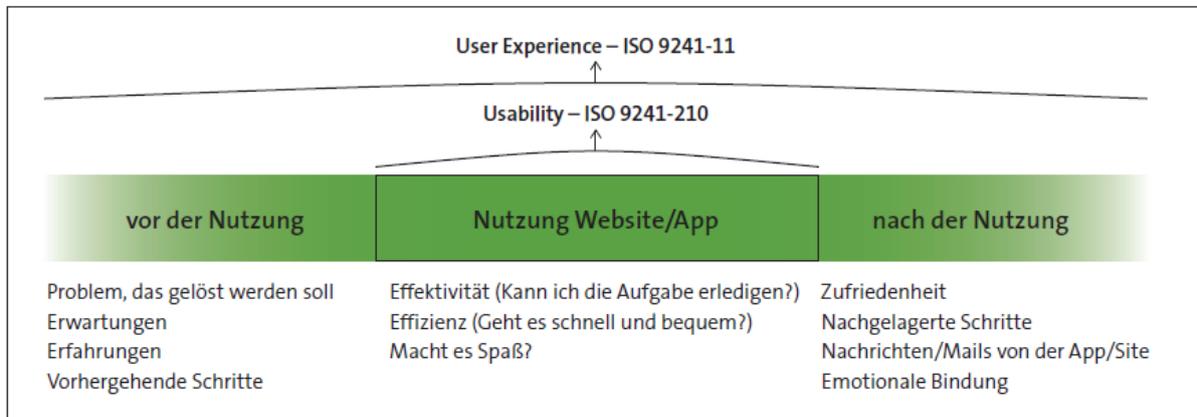
Wie in Abbildung 23 ersichtlich verfolgt User Experience das Ziel, das Gesamterlebnis zu optimieren. Usability allein bezieht sich sehr stark auf die rein funktionalen Aspekte eines technischen Systems. Die Optimierung eines Assistenzsystems aus User Experience Sicht erfolgt über die Berücksichtigung emotionaler Faktoren bezüglich Design und Ästhetik. Menschen sollen gut und mit Freude mit einem Assistenzsystem arbeiten. Wenn ein System zusätzlich zur reinen Funktionalität auch noch ansprechend gestaltet ist, erhöht das neben der Produktivität auch die Zufriedenheit der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen.<sup>75</sup>

<sup>73</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), Kapitel 1.3]

<sup>74</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), Abbildung 1.2, S:36]

<sup>75</sup> [Richter, M., & Flückiger, M. D. (2013)]

Der Zusammenhang von Usability und User Experience laut den entsprechenden Normen ist in Abbildung 24 zusammengefasst. Auch die Norm findet eine klare Abgrenzung zwischen Usability, welche sich auf die eigentliche Nutzung eines Systems beschränkt und der User Experience, welche alle Aspekte der Nutzung betrachtet.<sup>76</sup>



**Abbildung 24: Zusammenhang von Usability und User Experience<sup>76</sup>**

Die in Abbildung 24 erwähnte DIN 9241-210 definiert User Experience wie folgt: „User Experience ergibt sich aus der Darstellung, Funktionalität, Systemleistung, dem interaktiven Verhalten und den unterstützenden Ressourcen eines interaktiven Systems, sowohl der Hardware als auch der Software. Sie ist auch eine Folge der bisherigen Erfahrungen, Einstellungen, Fähigkeiten, Gewohnheiten und der Persönlichkeit des Benutzers.“ (DIN EN ISO 9241-210, 4.6 Bei der Gestaltung wird die gesamte User Experience berücksichtigt)

Eine Gestaltung nach den beschriebenen Kriterien soll vor allem Themen wie Arbeitszufriedenheit und die Beseitigung von Monotonie behandeln. Folgende Punkte sind bei der Gestaltung eines Werkerassistenzsystems zu beachten:<sup>77</sup>

- organisatorische Auswirkungen, welche im Hintergrund der Verwendung des Systems zu tragen kommen
- Benutzerdokumentation
- unterstützende Betreuung und Instandhaltung
- langfristiger Gebrauch des Assistenzsystems
- Vorlieben, Stärken und Einschränkungen der Benutzer

## 2.5.2 Usability und UX Testung

Die Überlegungen zum Thema Usability und User Experience fließen in die Gestaltung eines Software-Prototypen ein. Die Testung diese Prototypen soll sicherstellen, dass die Anforderungen an die Usability und User Experience auch wirklich eingehalten

<sup>76</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), Abbildung 1.1, S:35]

<sup>77</sup> [DIN EN ISO 9241-210]

wurden. Eine Testung stellt auch sicher, dass das Assistenzsystem nicht an den Kunden und Kundinnen vorbei entwickelt wird.

Bei derartigen Testungen kommen oftmals externe Anbieter zum Einsatz. Die verschiedenen Anbieter solcher Dienste kommen aus dem Bereich der App- und Webseitentwicklung. Für ein firmeninternes Assistenzsystem bietet es sich an, diese Testung selbst im eigenen Unternehmen unter gegebenenfalls Einsatz externer Expertise durchzuführen. Die Zielgruppe für das Assistenzsystem stellen die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der betreffenden Abteilungen dar.

Für die Testung der Usability und User Experience gibt es prinzipiell zwei unterschiedliche Ansätze. Die moderierte und die unmoderierte Testung. Die Testpersonen werden entweder durch die Testung hindurchgeführt oder sie müssen sich selbstständig durch das Programm klicken.<sup>78</sup> Die Entscheidung, wie diese Testung ablaufen sollte, obliegt dem Entwicklungsteam und die Betrachtung der gelebten Arbeitsrealität kann eine gute Entscheidungshilfe sein. Müssen ein Mitarbeiter oder eine Mitarbeiterin im Berufsumfeld allein ohne Hilfe und Einschulung mit dem System arbeiten können, ist eine unmoderierte Testung empfehlenswert, da diese den Berufsalltag am besten widerspiegelt. Stehen in einer Abteilung mehrere Ansprechpersonen zur Verfügung und werden die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auf die Verwendung der Betriebsmittel am Arbeitsplatz eingewiesen, spricht dies für die moderierte Testung des Systems.

### **2.5.2.1 Prinzipieller Aufbau der Testsituation**

Abbildung 25 zeigt eine mögliche räumliche Gestaltung einer Usability und User Experience Testung, wobei eine tatsächliche Versuchsanordnung durchaus davon abweichen kann.

Die Testung wird von einer Person oder auch einem Team geleitet. Die zu testende Person befindet sich an einem Arbeitsplatz, welcher dem endgültigen Einsatzbereich sehr nahekommt, und arbeitet aktiv mit dem System. Die Rolle der Beobachter kann von Mitgliedern des Entwicklungsteams, außenstehenden Experten aber auch von einer geeigneten Software übernommen werden. Die Auswertung der Ergebnisse der Testung erfordert einiges an Arbeit und beschreibt einen durchaus längeren Prozess. Aus diesem Grund muss die Testung dokumentiert werden. Hierbei ist besonderes Augenmerk auf die Datenschutzverordnung des jeweiligen Unternehmens zu legen. Die in Abbildung 25 dargestellte räumliche Trennung der verschiedenen Bereiche muss nicht zwangsweise so vollzogen werden. In jedem Fall sollte im Vorfeld genau überlegt werden, welche Anordnung für den jeweiligen Test am besten erscheint.

---

<sup>78</sup> [Richter, M., & Flückiger, M. D. (2013), Kapitel 3.7]

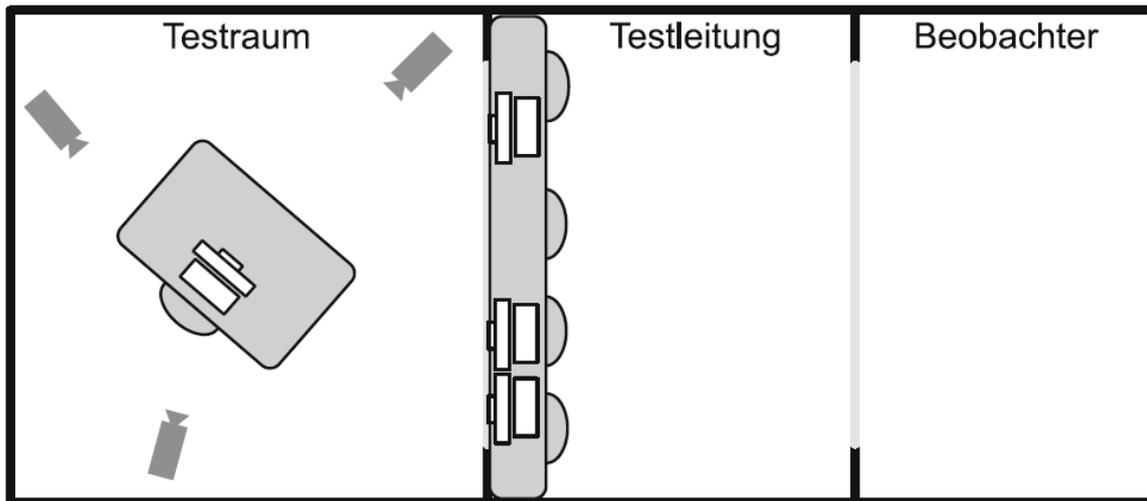


Abbildung 25: Aufbau zur Usability und User Experience Testung<sup>79</sup>

### 2.5.2.2 Art der Testung

Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eines Unternehmens verfügen oft über sehr spezielles, prozessrelevantes Wissen und eignen sich somit auch sehr gut zur Testung eines Assistenzsystems, mit welchem sie in weiterer Folge auch arbeiten sollen. Es sei hier auf die hohe Kompetenz, das Wissen und die Erfahrungen von Beschäftigten als Ressource für eine gelungene Digitalisierung verwiesen.<sup>80</sup> Die Usability und User Experience Testung eines internen Produktes für interne Kunden und Kundinnen ist somit in Form des „Hallway-Testes“ am interessantesten. „Hallway“ bedeutet auf Deutsch Gang und beschreibt eine Testung mit hausinternen Personen, welche nicht in der Entwicklung des Assistenzsystems beteiligt sind, aber durchaus ein gewisses Wissen über die betrachteten Prozesse und Abläufe im Unternehmen mit sich bringen.<sup>81</sup>

Die Testung kann im bereits erwähnten Aufbau durchgeführt werden. Die Testpersonen werden einer ungefähr zehn Minuten dauernden Testung unterzogen. Sie sollen sich selbstständig oder auch geführt, je nach Entscheidung des Entwicklungsteams, durch das Programm klicken und laut dabei mitreden.<sup>82</sup> Die Empfindungen, welche durch das „laut Denken“ dem Testungsteam mitgeteilt werden, sind genau jene Eindrücke, welche die Usability und User Experience, also das direkte Erfahren der Software, beeinflussen. Dieser Teil der Testung soll dokumentiert werden und im Anschluss an die Testung mit den Ergebnissen des Fragebogens verglichen werden.

<sup>79</sup> [Richter, M., & Flückiger, M. D. (2013), Abb. 3.12]

<sup>80</sup> [Lager, H., Delbrügger, T., Lenz, L. T., & Roßmann, J. (2019)]

<sup>81</sup> [testingtime.com]

<sup>82</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), 19.4 Tipps für die Durchführung]

### 2.5.2.3 Der Fragebogen

Am Ende einer Testung kann und soll der Gesamteindruck des Assistenzsystems in einem Fragenbogen abgefragt werden. Die Befragung am Ende der Testung stellt die vorläufige Spitze der Lernkurve dar. Die Dokumentation der Testung an sich zeigt Unklarheiten und anfänglich nicht sofort verständliche Bereiche eines Systems auf. Ein Fragebogen am Ende der Testung zeigt das Endergebnis.

Ein Fragebogen ist ein günstiges und sehr effektives Werkzeug zur Bestimmung der Usability und User Experience. Um jedoch aussagekräftig zu sein, muss der Fragebogen mit einem Vergleichsmaßstab (engl. Benchmark) in Verbindung gesetzt werden. Für zum Verkauf bestimmte Produkte sei hier auf einschlägige Fachliteratur verwiesen. Als Vergleichswert für eine firmeninterne Testung können die Anforderungen an das Assistenzsystem (siehe Pflichtenheft) als Maßstab herangezogen werden.<sup>83</sup>

Bei der Gestaltung eines Bewertungsmusters muss die Frage gestellt werden, wie fein die Bewertungsmöglichkeiten definiert werden sollen und ob eine gerade oder ungerade Anzahl von Skalenpunkten verwendet wird. Bei einer ungeraden Skala kann der Mittelpunkt durchaus problematisch in der Bewertung sein, da nicht bekannt ist, ob er wirklich die Meinung der Probanden und Probandinnen widerspiegelt oder ob die Probanden die Frage nicht beantworteten wollten.<sup>84</sup> Aus diesen Überlegungen heraus wurde für diese Arbeit das in Abbildung 26 gezeigte Bewertungsmuster verwendet.

trifft nicht zu    1    2    3    4    trifft voll und ganz zu     Keine Antwort

**Abbildung 26: Bewertungsskala der Testung<sup>85</sup>**

Die Bewertung kann von „trifft nicht zu“ bis „trifft voll und ganz zu“ durchgeführt werden und bietet die Möglichkeit explizit die Antwort zu verweigern, falls dies gewünscht wird.

## 2.5.3 Usability und UX als Bewertungskriterium

Die Auswahl eines geeigneten Assistenzsystems für einen Prozess kann sich mitunter als große Herausforderung darstellen, da viele verschiedene Gesichtspunkte dabei berücksichtigt werden müssen. Die klassischen Produktivitätsindikatoren und Ergonomie-Betrachtungen können um Usability und User Experience Aspekte erweitert werden. Zu den klassischen Produktionsindikatoren zählen unter anderem Produktqualität, Stückzeiten, Rüstzeiten, Durchlaufzeiten, Stückkosten, Gemeinkosten, Kosten der Bestände.<sup>86</sup> Aus ergonomischer Sicht sind vor allem das Vermeiden von Schädigung

<sup>83</sup> [Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2017)]

<sup>84</sup> [statistik-und-beratung.de]

<sup>85</sup> [Eigene Illustration]

<sup>86</sup> [Westkämper, E., & Schloske, A. (2018)]

und Beschwerden, die Verringerung von Ermüdung sowie Erhöhung der Leistungsfähigkeit zu nennen. Zahlen und Bewertungsmethoden dieser Faktoren sind aus der entsprechenden Literatur zu entnehmen.

Die Usability kann durch die Nutzerakzeptanz, welche durch Umfragen ermittelt werden kann, angegeben werden. Mit ihr gehen auch zum Beispiel MitarbeiterInnenfluktuation und subjektive Zufriedenheitsindikatoren einher. Eine objektivere Bewertungsmöglichkeit bietet die Kontrolle, ob die Aufgaben vollständig erfüllt sind und ob die Kriterien nach Qualitätssicherung, Produktivitätssteigerung, etc. (siehe Kapitel 2.5.1) vollständig erfüllt sind. Die User Experience kann sowohl in subjektiven Empfindungen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen als auch mittels Frequenz und Freiwilligkeit der Verwendung eines Assistenzsystems gemessen werden.

Unter dem Begriff Außenwirkung kann das Bild verstanden werden, welches ein Assistenzsystem auf potenzielle Arbeiter und Arbeiterinnen aber auch auf potenzielle Kunden und Kundinnen vermittelt. Ein innovatives und ansprechend gestaltetes System wird von Außenstehenden oft als sehr positiv wahrgenommen und beschert auch dem Unternehmen selbst einen guten Ruf. Dieses Konzept wird im Human Resource-management als „Employer Branding“ bezeichnet.<sup>87</sup>

Die Bewertung der verschiedenen Einflussfaktoren erfolgt nach dem in Kapitel 2.5.2 erwähnten Bewertungsmuster. In weiterer Folge werden komplexe Überlegungen zur Gewichtung der unterschiedlichen Faktoren notwendig. Diese Gewichtung kann sich prozess- und branchenspezifisch durchaus unterschiedlich gestalten und muss über die Definition der Ziele des Projektes auch dokumentiert werden.

---

<sup>87</sup> [Babčanová, D., Babčan, M., & Odlerová, E. (2010)]

## 2.6 Entwicklungsmanagement

Das Entwicklungsmanagement beschreibt im Detail, wie ein Projekt zur Entwicklung eines Informationsassistenzsystems durchgeführt und welche Ziele erreicht werden sollen und regelt somit den gesamten Ablauf. Da der Aufwand dem Ergebnis angepasst sein muss, ist auf firmeninterne Regelungen und gegebenenfalls „best practice“ Beispiele Rücksicht zu nehmen. Bestimmte Unternehmenskulturen verlangen nach einem fixen Plan, der abgearbeitet werden muss, andere Unternehmen bevorzugen eine flexible Planung, die Änderungen zulässt oder sogar aktiv fördert.

In diesem Kapitel werden die zwei unterschiedlichen Methoden der Festlegung des Projektablaufes dargestellt. Das klassische Projektmanagement stellt klare Regeln und Zeitpläne auf, welche im Laufe der Umsetzung verpflichtend eingehalten werden müssen. Dem gegenüber steht die „Agile Entwicklung“, welche sich rein nach den Begebenheiten des Prozessverlaufes richtet und eben agil auf die Anforderungen reagiert. Die Unterscheidung dieser beiden Ansätze muss nicht zwangsläufig so eingehalten werden und Aspekte des einen Ansatzes können auch den anderen positiv beeinflussen. Die Festlegung, welcher Ansatz oder auch welche spezifische Mischform der beiden bei einem Projekt zur Anwendung kommt, obliegt allein den zuständigen Personen und deren Verpflichtungen.

Das Projektmanagement lässt sich in die Managementfunktionen Planung, Organisation, Kommunikation, Koordination, Führung, Steuerung und Controlling unterteilen. Es werden konkrete Vorgaben zu den einzelnen Disziplinen gegeben und die deren Strukturierung ist genau vorgeschrieben.<sup>88</sup> Dem gegenüber steht die Agile Entwicklung mit ihren Kernaussagen. In der Agilen Entwicklung sind die Individuen und deren Interaktion wichtiger als die Prozesse und Werkzeuge. Die Forderung nach einer funktionierenden Software überwiegt die Wichtigkeit der Dokumentation des Entwicklungsprozesses. Die Kernaussage der agilen Entwicklung besteht darin, dass die Reaktion auf Veränderungen wichtiger ist als das Festhalten an einer starren Planung.<sup>89</sup>

In den folgenden Kapiteln werden Aspekte des Projektmanagements und der agilen Entwicklung vorgestellt. Es handelt sich hierbei nicht um eine vollständige Beschreibung der jeweiligen Konzepte (hierzu sei auf einschlägige Fachliteratur verwiesen) sondern um eine Aufbereitung der Themengebiete, welche sich für die Erstellung und Testung eines Softwareprototypen bei BECOM als sehr hilfreich herausgestellt haben.

---

<sup>88</sup> [Patzak, G., & Rattay, G. (2008)]

<sup>89</sup> [Hoffmann, K. (2008)]

## 2.6.1 Projektmanagement

Die Einführung eines Werkerassistenzsystems kann wie jedes Projekt in verschiedene Projektphasen unterteilt werden. Abbildung 27 zeigt eine typische Unterteilung.

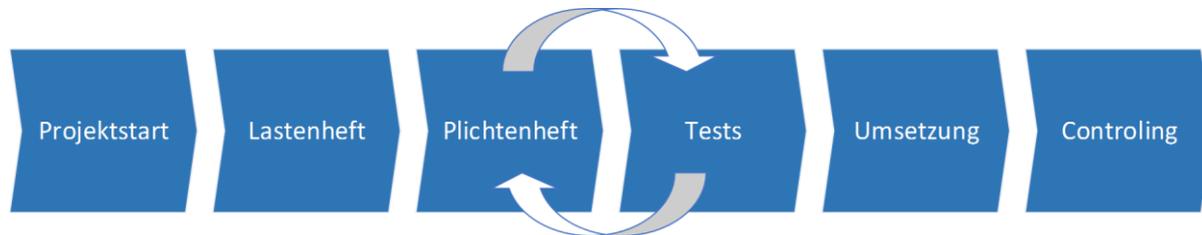


Abbildung 27: Phasen eines Projektes<sup>90</sup>

### 2.6.1.1 Projektstart

Der Projektstart wird entweder durch ein festgelegtes Datum initiiert oder er erfolgt fließend aus dem Arbeitsprozess heraus. Definiert kann der Projektstart mit „Beginn der Arbeit an einem Projekt“ werden. Ob hierfür ein Festlegen eines fixen Datums oder eines Zeitraumes gewünscht wird, hängt von den jeweiligen Parametern des Projektes und der dafür Verantwortlichen ab.

### 2.6.1.2 Lasten- und Plichtenheft

Nach erfolgreichem Projektstart stellt die Erstellung des Lastenheftes und in weiterer Folge des Plichtenheftes den nächsten logischen Schritt dar.

#### Allgemeine Definition

Das Deutsche Institut für Normung definiert ein Plichtenheft als: „Ausführliche Beschreibung der Leistungen (z.B. technische, wirtschaftliche, organisatorische Leistungen), die erforderlich sind oder gefordert werden, damit die Ziele des Projektes erreicht werden.“ (DIN 69901-5, Projektmanagement, Begriffe)<sup>91</sup>

Diese allgemeine Begriffsdefinition muss nun für den jeweiligen Bereich, in dem ein Plichtenheft zur Anwendung kommen soll, weiter konkretisiert werden. In dem betrachteten Fall handelt es sich konkret um die Implementierung eines Werkerassistenzsystems zur Informationsdarstellung in eine bestehende Firmenstruktur.

Der Verein Deutscher Ingenieure spezifiziert in seiner VDI-Richtlinie 2519 die Aufgabe des Plichtenheftes als Erfüllung der Forderungen des Lastenheftes. Folgend dieser

<sup>90</sup> [Eigene Illustration]

<sup>91</sup> [DIN 69901-5]

Richtlinie beschreibt ein Lastenheft alle an ein Produkt oder Projekt gerichteten Anforderungen. Diese sind aus Anwendersicht zu beschreiben. „Im Lastenheft wird definiert WAS und WOFÜR zu lösen ist.“ (VDI 2519, Beiblatt1, 2.1 Definition Lastenheft)<sup>92</sup>

Die Aufgabe des Pflichtenheftes ist es nun die konkret ergriffenen Maßnahmen festzulegen. „Im Pflichtenheft wird definiert WIE und WOMIT die Anforderungen zu realisieren sind.“ (VDI 2519, Beiblatt1, 2.2 Definition Pflichtenheft)<sup>92</sup>

### **Das Pflichtenheft**

Werden die bereits erwähnten Vorgaben des Deutschen Institutes für Normung und des Vereins Deutscher Ingenieure zusammengefasst, erhält man eine Beschreibung der Problemstellung und die Umsetzung der Lösung in einem Dokument. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, muss im Rahmen des Projektes größter Wert auf eine vollständige Dokumentation der momentanen IST-Situation und der SOLL-Situation gelegt werden. Alle Anforderungen und Wünsche an ein neues System müssen immer im Kontext der Verwendung gesehen werden.

Ein Pflichtenheft bezieht sich immer auf einen spezifischen Prozess oder ein Produkt in einem konkreten Unternehmen. Es beinhaltet die für das Unternehmen geforderten und benötigten Informationen. Somit ist auch das Pflichtenheft auf genau diese spezielle Anforderung ausgelegt. Die im Pflichtenheft beschriebenen Anforderungen und deren Umsetzung sind auch auf einer rechtlichen Ebene verpflichtend. Handelt es sich allerdings um ein firmeninternes Pflichtenheft wird die Struktur und die Verbindlichkeit des Dokumentes einzig und allein von den dafür zuständigen Personen bestimmt.

#### **2.6.1.3 Tests**

Die Anforderungen und festgelegten Maßnahmen zur Erreichung dieser werden im Pflichtenheft festgehalten. Durch eine Testung (siehe 2.5.2) wird nun ermittelt, ob die im Pflichtenheft festgelegten Kriterien auch wirklich die Relevanz besitzen, welche Ihnen bei Projektstart zugesprochen wurden. Sollten sich im Rahmen der Testung neue Anforderungen ergeben oder festgestellt werden, dass gewisse Maßnahmen so nicht umzusetzen sind, ist das Pflichtenheft nochmals zu überarbeiten. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 27 durch die zwei Rückkopplungs-Pfeile dargestellt.

Usability und User Experience Testungen dienen der kundennahen Produkterprobung. Durch diese wird sichergestellt, dass die Anforderungen an ein Produkt oder Programm wirklich den realen Anforderungen Nutzer und Nutzerinnen entsprechen. Wird in der Testung das gewünschte Ziel erreicht, kommt es zur Realisierungsfreigabe.<sup>93</sup>

---

<sup>92</sup> [VDI 2519]

<sup>93</sup> [Danzer, W. (2016)]

### 2.6.1.4 Umsetzung und Controlling

Nach erfolgter Realisierungsfreigabe kann mit der Umsetzung des Programms begonnen werden. Die genaue Vorgehensweise obliegt den dafür zuständigen Personen und Abteilungen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die an der Umsetzung beteiligten Personen von Anfang an in das Projekt eingebunden werden sollen.

Die Entwicklung eines Werkerassistenzsystems soll nicht von Anfang an nach den Kriterien einer möglichst einfachen Realisierung bemessen werden. Allerdings soll die IT-Abteilung und deren Möglichkeiten durchaus berücksichtigt werden. Der kreative Prozess soll nicht rein an Umsetzungsmethoden orientiert sein, allerdings bieten diese eine geeignete Rahmenstruktur. In Kapitel 4 wird das Projekt zur Gestaltung eines Softwareprototyps genau betrachtet. Aus den so gewonnen Erkenntnissen wurde dieser Handlungsvorschlag entwickelt.

Während der Konzeption, der Testung, der Umsetzung und auch danach ist das Prozesscontrolling ein wichtiges Werkzeug im Sinne einer kontinuierlichen Qualitätskontrolle und Optimierung. „Die Controlling Methoden werden im Wesentlichen zum Überwachen und Steuern von Projekten verwendet. Sie dienen also dem Zweck, das Geplante mit der Realität abzugleichen, um dann gegebenenfalls daraus Projektveränderungen abzuleiten.“ (DIN 69901-3, 4.2 Projektcontrolling, 4.2.2 Zweck)<sup>94</sup> Ein kontinuierlicher Soll-/Ist- Vergleich gewährleistet, dass die definierten Projektziele auch wirklich eingehalten und erreicht werden.

Auch nach erfolgreicher Systemimplementierung und bestandener Testphase sollte ein Werkerassistenzsystem weiter beobachtet und verbessert werden. Anforderungen an ein System können sich im Laufe der Zeit auch ändern beziehungsweise erweitern. Ein kontinuierliches Controlling des Systems und Prozesses ist somit unverzichtbar.

### 2.6.2 Ansätze aus der agilen Entwicklung

In vielen Bereichen sehen sich Unternehmen mit einer steigenden Unsicherheit und Dynamik von Entwicklungsprojekten konfrontiert. Die Gründe dafür liegen u.a. in der verfügbaren Entwicklungszeit, der Zunahme des Funktionsumfangs und die Abhängigkeiten der Funktionen untereinander und der nicht explizit erklärten oder erklärbaren Produkthanforderungen und Kundenbedürfnisse. Diese Entwicklungen führen dazu, dass traditionelle Produktentwicklungsmethoden an Ihre Grenzen stoßen, da sich einige Produkthanforderungen erst im Laufe der Entwicklung ergeben. Somit muss auch die Ausgangssituation neu betrachtet werden. Aus diesen Gründen gehörten agile Me-

---

<sup>94</sup> [DIN 69901-3]

thoden zum Standardvorgehen bei der Softwareentwicklung. Sie versprechen die notwendige Flexibilität und die geforderte Prozesseffizienz um agil auf veränderte Anforderungen reagieren zu können.<sup>95</sup>

Die Anforderungen an ein Informationsassistenzsystem können sich im Laufe der Entwicklung oft schnell ändern. In einer klassischen, rein nach Planvorgaben agierenden Projektdurchführung müssen alle Anforderungen und die notwendigen Maßnahmen zur Zielerreichung bereits im Vorfeld voll ausformuliert sein. Die Anwendung der Grundprinzipien agiler Methoden können diesen Vorgang erleichtern und die Entwicklung beschleunigen.<sup>96</sup>

Die agile Entwicklung zeichnet sich durch ein schrittweises Vorgehen aus, in welchem nur die zum jeweiligen Zeitpunkt relevanten Aspekte betrachtet werden. Die Kundenwünsche stehen im Vordergrund der Entwicklung. Es wird gebaut was der Kunde haben möchte und die damit einhergehenden Anforderungen werden bis knapp vor der Realisierung des Produktes kontinuierlich angepasst. Diese Herangehensweise soll eine flexible Produktion der Software sicherstellen. Unbekannte Anforderungen und technische Probleme können im Laufe eines agilen Entwicklungsprozesses lange erforscht oder aber auch ignoriert werden. Dieses Vorgehen soll sicherstellen, dass für den jeweiligen Prozessschritt unwichtige Aspekte so lange ausgeblendet werden können, wie dies benötigt wird. An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass sich gewisse Anforderungen nicht einfach zerlegen lassen oder einzeln bearbeitbar sind. Oftmals sind Anforderungen miteinander verknüpft oder stehen sogar in Konkurrenz zueinander. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass Entwicklerteam und Kunden möglichst gut miteinander kommunizieren und ein gemeinsames Verständnis für das zu entwickelnde System erarbeiten.<sup>97</sup>

In den letzten Jahrzehnten wurde die Softwareentwicklung von zwei unterschiedlichen Strömungen beeinflusst. Eine agile Softwareentwicklung, mit dem Ziel die Geschwindigkeit und Flexibilität der Softwareentwicklung selbst zu verbessern und der Ansatz des User-Centered-Design, welcher auf die Entwicklung einer Software mit guter Usability und User Experience ausgelegt ist.<sup>98</sup> Die Priorisierung der Anforderungen an das Projekt zur Entwicklung eines Informationsassistenzsystems bei BECOM stellt die Usability und User Experience der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eindeutig in den Vordergrund. Somit soll das User-Centered-Design in weiterer Folge näher betrachtet werden. Um den generellen Entwicklungsprozess zu optimieren kommen zusätzlich auch agile Methoden zum Einsatz, welche den Projektablauf beschleunigen. In weiterer Folge werden Ansätze beider Methoden verwendet und als agile Prinzipien beschrieben. Abbildung 28 zeigt wie ein User-Centered-Design Prozess aussehen kann.

---

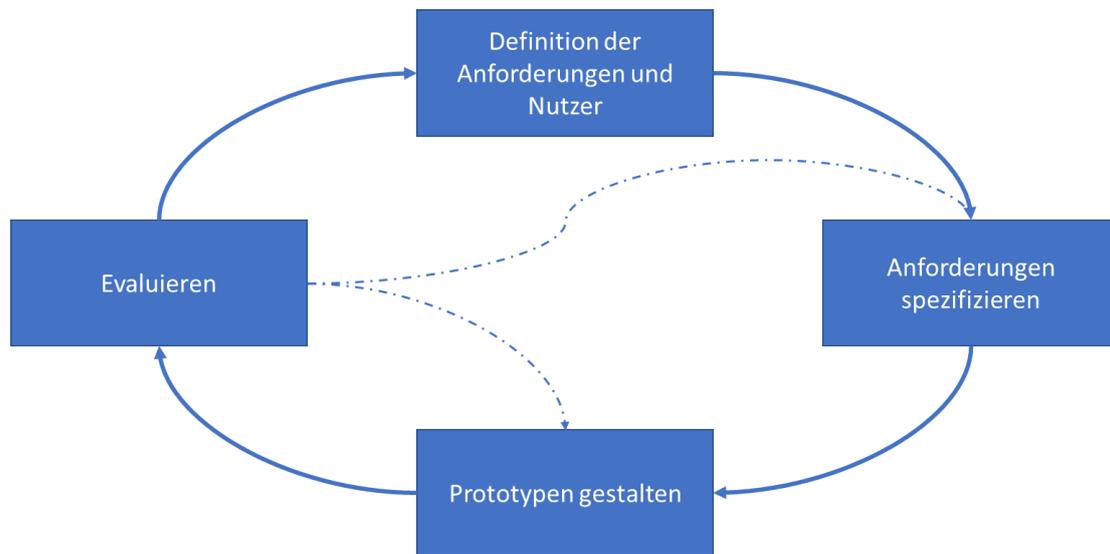
<sup>95</sup> [Schmidt, T. S., & Paetzold, K. (2016)]

<sup>96</sup> [Petersen, K., & Wohlin, C. (2010)]

<sup>97</sup> [Goll, J., & Hommel, D. (2015)]

<sup>98</sup> [Brhel, M., Meth, H., Maedche, A., & Werder, K. (2015)]

Die Kundenanforderungen stehen im Mittelpunkt und die gesamte Entwicklung der Software geschieht um diese Anforderungen herum.



**Abbildung 28: User-Centered-Design<sup>99</sup>**

Der in Abbildung 28 gezeigte Entwicklungsprozess wird im Rahmen eines Projektes so oft wie notwendig durchlaufen. Eine kontinuierliche Anpassung der Prozesse entsprechend dem Ergebnis soll sicherstellen, dass alle Anforderungen erfüllt werden und auf sich im Ablauf ergebende Probleme möglichst rasch reagiert wird.

Es gibt verschiedenen Methoden der agilen Entwicklung. Die Verbindung von User-Centered-Design und schneller Projektabwicklung können durchaus in Konkurrenz zueinander stehen. Dies zeigt die Komplexität dieses Vorganges deutlich auf. In manchen Fällen wird es notwendig sein die benötigte Expertise bei externen Spezialisten anzufordern.<sup>100</sup> Die Entwicklung in einem gut funktionierenden und eingespielten Team wiederum ermöglicht durchaus eine Eigenentwicklung, erfordert aber auch eine umfassende Recherche im Vorfeld des Projektes.

### **Adaptive, agile Softwareentwicklung**

Die Möglichkeit schnell und effizient auf Änderungen agieren zu können stellt die größte Stärke agiler Methoden dar. Direkte und interaktive Kommunikation zwischen den Mitgliedern des Projektteams vereinfachen und beschleunigen den Informationsaustausch. Je größer allerdings ein Team wird, desto mehr Aufwand fließt in die Koordination des Teams und die Kommunikation mit den Teammitgliedern. Auch muss die Dokumentation des Projektvorschlusses für alle verantwortlichen Personen einsehbar und verständlich gestaltet werden. Eine gute Kommunikation gepaart mit einer guten Dokumentation führen dazu, dass Zwischenprodukte vermieden werden können und

<sup>99</sup> [Eigene Illustration]

<sup>100</sup> [Rau, K. H. (2016)]

sich somit der Entwicklungsprozess deutlich effizienter und effektiver gestalten lässt.<sup>101</sup>

### **Agile Entwicklung im Unternehmen**

Rein agile Entwicklungsmethoden funktionieren sehr gut in kleinen Teams, lassen sich allerdings nur sehr schwer in einen größeren Maßstab transformieren. Erschwernisse der Koordination und das Zusammenspielen verschiedener Abteilungen, mit oftmals konkurrierenden Zielen, eines Unternehmens erfordern es die agilen Ansätze auf die im Unternehmen vorherrschende Struktur anzupassen.<sup>102</sup>

### **2.6.3 Rahmenkonzept für den Entwicklungsprozess**

Bei der Einführung eines Assistenzsystems zur Informationsbereitstellung ist oftmals eine rein agile Entwicklung nicht möglich. Die vorherrschende Firmenstruktur bedingt es, dass zumeist nur eine oder wenige Abteilungen am Entwicklungsprozess beteiligt sind. Aus diesem Grund ist ein geeignetes Rahmenkonzept für den Entwicklungsprozess von Nöten. Ein derartiges Rahmenkonzept sollte nachfolgende Elemente enthalten:

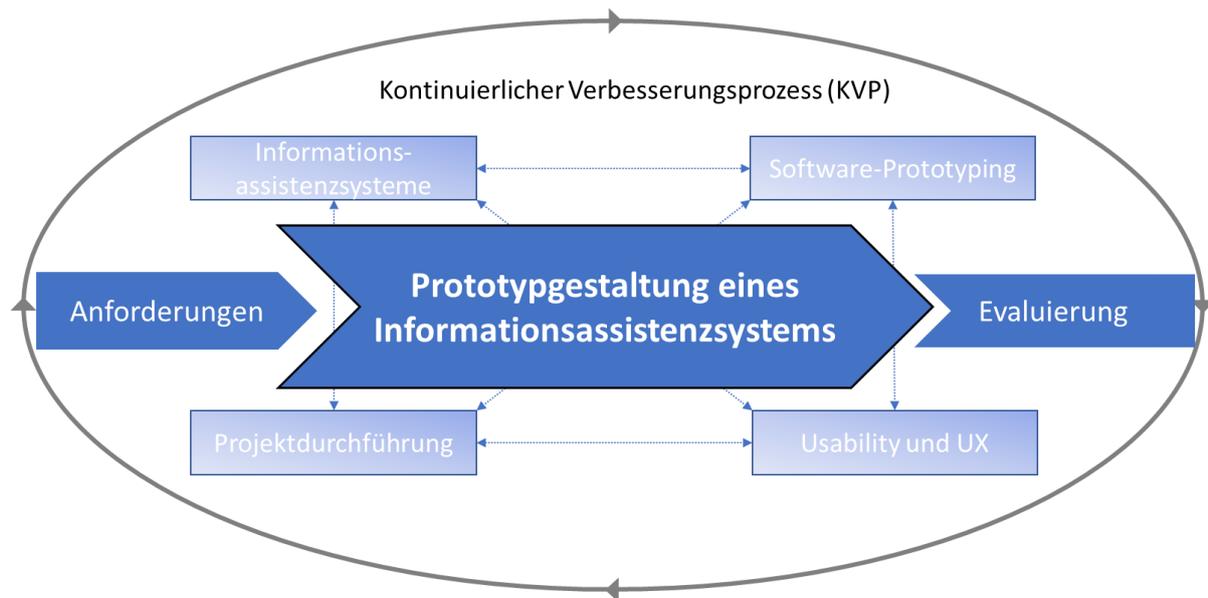
- Ein Terminplan nach VDI-Richtlinie, wie im klassischen Projektmanagement vorgegeben, ist zumeist die effektivste Art so ein Projekt durch mehrere Abteilungen hindurch zum Erfolg zu bringen.
- Innerhalb der Vorgaben nach Terminplänen und Projektphasen ist die agile Entwicklung, gerade im Bereich der Softwareentwicklung, eine Notwendigkeit.
- Ein Pflichtenheft soll die Umsetzung der Anforderungen verpflichtend festhalten. Sollte im Rahmen des Entwicklungsprozesses jedoch festgestellt werden, dass gewisse Anforderungen ergänzt, entfernt oder geändert werden müssen, muss auf diese neue Ausgangssituation reagiert werden.
- Ein Prototyp, welcher nicht den Anforderungen entspricht oder auch Potential für andere Bereiche bietet, muss natürlich auch berücksichtigt werden und führt zu veränderten Rahmenbedingungen für ein Projekt.

Da die Softwareentwicklung heute zumeist mit agilen Methoden durchgeführt wird, sollen agile Methoden in eine klassische Projektstruktur integriert werden. In Abbildung 29 ist der agile Entwicklungsprozess für ein Projekt zur Gestaltung eines Prototyps eines Informationsassistenzsystems dargestellt. Die Methoden und Erkenntnisse werden zueinander in Verbindung gesetzt und beeinflussen sich gegenseitig.

---

<sup>101</sup> [Coldewey, J. (2002)]

<sup>102</sup> [Dingsøyr, T., Moe, N. B., Fægri, T. E., & Seim, E. A. (2018)]



**Abbildung 29: Agiler Entwicklungsprozess<sup>103</sup>**

Der in Abbildung 29 dargestellte kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) zeigt an, dass die Themengebiete und Methoden nicht starr und unabhängig voneinander betrachtet werden, sondern dynamisch miteinander agieren und sich gegenseitig beeinflussen.

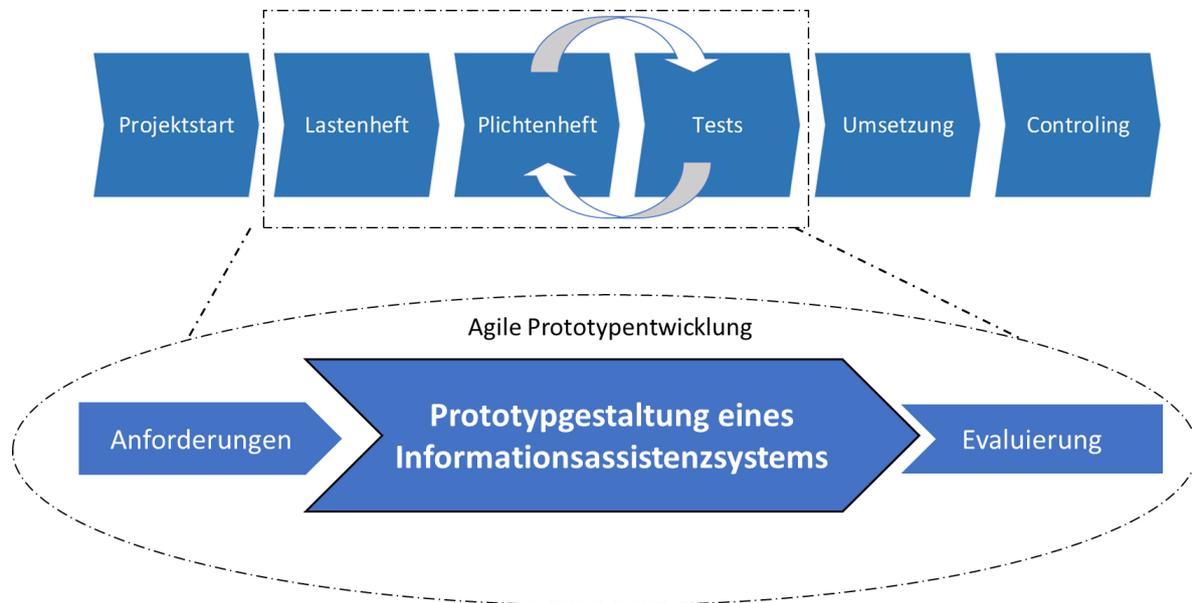
Die Trennung zwischen agiler Entwicklung und klassischem Projektmanagement ist nicht per se vorgegeben. Jedes Unternehmen kann sich frei entscheiden, welche Variante die beste für das jeweilige Unternehmen und das jeweilige Projekt ist. Es steht in der Verantwortung des Entwicklungsteams sich für eine geeignete Strategie zu entscheiden und an deren Umsetzung festzuhalten.

Die Einteilung nach Anforderungen, Gestaltung eines Softwareprototypen und dessen Evaluierung entsprechen genau dem Vorgehen, welches bei BECOM zur Anwendung kam. Die Flexibilität auf geänderte Anforderungen schnell und effizient eingehen zu können bietet den größten Vorteil der teils agilen Entwicklung. Der in Abbildung 29 vorgestellte Entwicklungsprozess soll in Kapitel 3 genau beschrieben werden.

<sup>103</sup> [Eigene Illustration]

### 3 Vorgehensmethodik

Dieses Kapitel widmet sich der Erklärung der verwendeten Methode zur Erstellung der Diplomarbeit. Das in Kapitel 2.6.3 vorgestellte Rahmenkonzept für den Entwicklungsprozess ist in Abbildung 30 im Kontext dieser Diplomarbeit dargestellt.



**Abbildung 30: Agile Prototypentwicklung<sup>104</sup>**

Für diese Diplomarbeit wurde ein Softwareprototyp anhand der Anforderungen und Wünsche der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen von BECOM erstellt und anschließend auf Usability und User Experience hin getestet. Die verwendeten agilen Methoden wurden vor allem durch schnelle Feedbackschleifen im Entwicklungsteam bei BECOM realisiert. Durch ein engagiertes Arbeiten des Entwicklungsteams und einer effizienten Gestaltung der Kommunikation konnte so sehr rasch ein Prototyp erstellt werden.

Die Vorabüberlegungen des Unternehmens, zum Beispiel ein Designguide zur Farbauswahl, konnten sehr gut in das Projekt einfließen und boten einen idealen Startpunkt. Die restliche Entwicklung wurde in Form von Workshops und kurzen Treffen vor Ort kontinuierlich verbessert. Die Möglichkeit, selbst die Arbeitsabläufe und Arbeitsplätze zu besichtigen, war eine gute Vorbereitung auf die Klickdummyentwicklung. Aus Sicht des Autors bedeutet partizipative Gestaltung nicht nur, dass Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aus der Produktion in den Entwicklungsprozess mit einbezogen werden, sondern auch, dass das Entwicklungsteam sich mit den Begebenheiten der Abteilungen, wo das System eingeführt werden soll, auseinandersetzt.

Eine agile Entwicklung eines Klickdummys ermöglicht es mit einem Projekt zu starten noch bevor alle endgültigen Anforderungen vollkommen erfasst sind. Die wichtigsten

<sup>104</sup> [Eigene Illustration]

Rahmenparameter sollten bereits bekannt sein, um eine effiziente Entwicklung zu sichern. Jedoch wird aktiv in Kauf genommen, dass sich im Laufe des Projektes neue, im Vorfeld noch nicht bekannte Anforderungen ergeben.

### 3.1 Anforderungen

Im Fachgebiet des Qualitätsmanagements in der Produktentwicklung sind Kundenanforderungen und deren Erfüllung als oberste Gestaltungsgrundlage festgelegt. Ein Produkt ist nur so gut, wie es auch von potenziellen Zielpersonen wahrgenommen wird. Diese Theorie aus der verkaufsorientierten Produktentwicklung gilt auch beim Erstellen eines Werkerassistenzsystems.

Ein Assistenzsystem wird für einen Kunden oder eine Kundin gestaltet. Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, welche in weiterer Folge mit dem Werkerassistenzsystem arbeiten sollen, erfüllen die gleiche Definition wie Personen, die im Einzelhandel ein Produkt kaufen. Damit ein Werkerassistenzsystem seine optimale Funktionalität aufweist, muss es auch von den betreffenden Personen gut und gerne verwendet werden. (Siehe Kapitel 4.5).

Am Beginn eines Produktentwicklungsprojektes steht immer die Definition der Anforderungen und damit einhergehend auch der Ziele des Projektes. Bei einem Werkerassistenzsystem zur Informationsbereitstellung am Arbeitsplatz muss besonderes Augenmerk auf die Anforderungen bezüglich Informationsgehalt und -darstellung gelegt werden. Die Wünsche der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen können nach folgenden Kriterien eingeteilt werden.

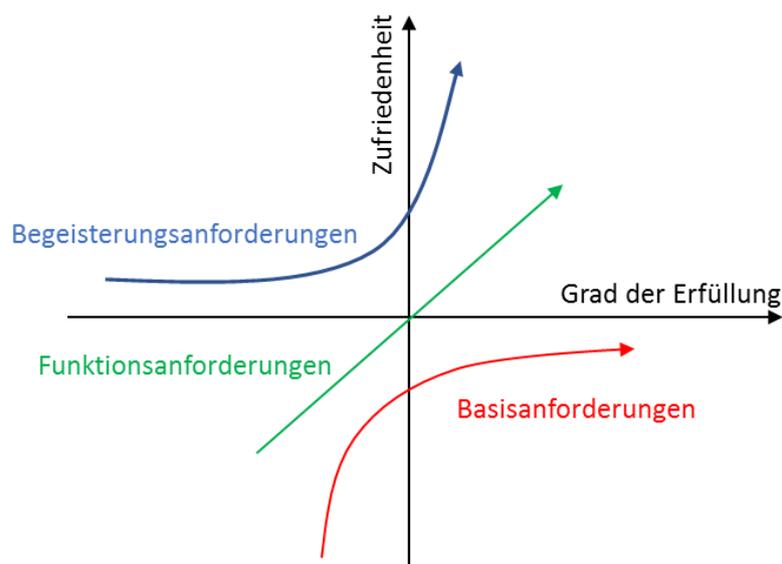


Abbildung 31: Das Kano-Modell<sup>105</sup>

<sup>105</sup> [Chaudha, A., Jain, R., Singh, A. R., & Mishra, P. K. (2011)]

Abbildung 31 zeigt das Kano-Modell, welches die Begeisterungsanforderungen, Funktionsanforderungen und Basisanforderungen im Zusammenhang mit der Kundenzufriedenheit setzt.<sup>106</sup> Das Kano-Modell ist ein anschaulicher Rahmen zur Ableitung von Anforderungen für die Produktentwicklung. Dabei geht es insbesondere darum, aus Kunden- bzw. Nutzersicht den Zusammenhang zwischen Produktfunktionalitäten (Features) und zu erwartender Kundenzufriedenheit aufzuzeigen.

### **Unausgesprochene Kundenanforderungen**<sup>106</sup>

Gewisse Anforderungen an ein Werkerassistenzsystem werden von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen nie direkt thematisiert, da sie für selbstverständlich gehalten werden. Diese werden deswegen als **Basisanforderungen** bezeichnet. Um diese Kriterien effektiv zu erfassen, benötigt es eine gute Kenntnis des Prozesses. Aus diesem Grund sollte zumindest ein Teil des Entwicklungsteams gut mit der Arbeit und den Prozessen im Unternehmen vertraut sein.

### **Ausgesprochene Kundenwünsche**<sup>106</sup>

Diese Wünsche werden von den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen klar formuliert. Sie beziehen sich meist auf die Funktionalität eines Assistenzsystems und werden deswegen auch als **Funktionsanforderungen** bezeichnet. Die Feststellung dieser Wünsche geht meist mit sehr geringem Aufwand vonstatten. Oft genügt eine kurze Umfrage oder ein Blick in die Verbesserungsvorschläge zum vorherrschenden System.

### **Unausgesprochene Kundenwünsche**<sup>106</sup>

Hierbei handelt es sich um Eigenschaften des Assistenzsystems, welche nicht unbedingt erwartet werden aber als sehr positiv empfunden werden, da sie zu einer Verbesserung des Prozesses oder zu einer Arbeitserleichterung führen. Diese Eigenschaften werden **Begeisterungsanforderungen** genannt.

Die Basisanforderungen an ein Werkerassistenzsystem zur Informationsbereitstellung beziehen sich in erster Linie auf den Informationsfluss:<sup>107</sup>

- Informationsart
- Informationsidentifizierung
- Informationsinhalt
- Informationszeitpunkt
- Erforderliche Rückbestätigung
- Informationsübertragung

**Tabelle 4: Basisanforderungen an ein Informationsassistenzsystem**<sup>107</sup>

Die Funktionsanforderungen beinhalten zusätzlich zum Informationsfluss auch noch Anforderungen an eine einfache, intuitiv zu bedienende Benutzeroberfläche und eine

<sup>106</sup> [Chaudha, A., Jain, R., Singh, A. R., & Mishra, P. K. (2011)]

<sup>107</sup> [Becker, T. (2018)]

funktionale Gestaltung der Assistenzsystems. Die Begeisterungsanforderungen können durch eine besonders ansprechende Gestaltung einer graphischen Oberfläche erfüllt werden. Eine Einteilung der Anforderungen an das Informationsassistenzsystem für BECOM anhand dieser Methodik ist in Kapitel 4.5.3 dargestellt.

Die **Funktionsanforderungen** (ausgesprochene Kundenwünsche<sup>108</sup>) und **Basisanforderungen** (unausgesprochene Kundenanforderungen<sup>108</sup>) wurden bereits im Vorfeld fast vollständig formuliert (siehe oben). Im Zuge der Testung (siehe Kapitel 4.5.3) wurden zusätzliche Anforderungen entdeckt und somit die Liste um diese als **(NEU)** gekennzeichneten Anforderungen erweitert. Die nun vollständige Liste ist im Folgenden dargestellt:

#### **Basisanforderungen:**

- Einfache Bedienbarkeit
- Ausschließliche Darstellung relevanter Informationen
- Anzeigen von Bildern und Videos
- Fertigungsstopp bei Fehler und Ab- sofort Änderungen

#### **Funktionsanforderungen:**

- Geeignete Sprache
- Einfache Grafik / benutzerfreundliche Oberfläche
- Elektronische Bestätigung der Arbeitsunterlagen
- Klare Trennung zwischen technischen und logistischen Daten
- Einfache Produktionsrückmeldungen
- Flexiblerer Arbeitsplan und flexiblere Stückliste
- Strukturierung der Daten
- Fotos in Bezug zur Sachnummer **(NEU)**
- Reparaturdatenbank beziehungsweise Analyse **(NEU)**

Die **Begeisterungsanforderungen** (unausgesprochene Kundenwünsche<sup>108</sup>) sind am schwersten zu ermitteln. Die Methode des lauten Mitdenkens stellt allerdings einen guten Ansatzpunkt dar, um einen groben Überblick zu bekommen. Durch eine erste Testung eines Softwareprototypen konnten nachfolgende Begeisterungsanforderungen ermittelt werden und sind im Folgenden dargestellt:

- Hilfestellung mittels einfacher textueller Beschreibung → Hilfefunktion
- Erstellung von Graphiken und Fotos von Mitarbeitern entsprechend Ihrer Bedürfnisse
- Bildliche Dokumentation zu jedem Arbeitsschritt
- Bei Start des Programms öffnet sich der aktuelle Arbeitsschritt automatisch

---

<sup>108</sup> [Chaudha, A., Jain, R., Singh, A. R., & Mishra, P. K. (2011)]

Nachdem alle Anforderungen an ein Informationsassistenzsystem gesammelt wurden, gilt es einen Startpunkt für die ersten Softwareprototypen festzulegen. Zu diesem Zeitpunkt im Projekt ist es sehr wahrscheinlich, dass noch nicht alle Details genau geklärt sind. Somit bietet auch hier ein agiler Ansatz der Entwicklung eine gute Vorgehensweise und es kann an einem wohldurchdachten Startpunkt begonnen werden zu arbeiten. In Kapitel 4 wird genau beschrieben wie ein konkretes Produkt als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Softwareprototypen verwendet wurde.

## 3.2 Prototypengestaltung eines Informationsassistenzsystems

### Einbeziehen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen

Die in Kapitel 1.1 Wandel in der Arbeitswelt vorgestellten Entwicklungen generieren einen Anstieg der Komplexität im Betrieb von Anlagen wie auch in der Steuerung der Produktionsabläufe und auch der Produktion selbst. Die Anforderung nach Wissen und Expertise der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nimmt stetig zu.<sup>109</sup> In Diskussionen über den Wandel der Arbeitswelt ist die Rede davon, Menschen auf ein gewisses Digitalisierungsniveau bringen zu müssen, um sie für die Herausforderungen der Industrie 4.0 vorbereiten zu können.<sup>110</sup> Der flächendeckende Einzug von Smart-TVs und Smartphones in den Privatgebrauch der Menschen erzeugt auch eine gewisse Empfänglichkeit für solche Technologien im Arbeitsumfeld. Zusätzlich zu dem privaten Interesse von Personen und deren Bereitschaft sich selbst mit Technologie und Digitalisierung zu beschäftigen gibt es auch zum Teil staatlich geförderte Projekte zur Digitalisierung der Bürger und Bürgerinnen. Immer mehr Prozesse und Abläufe des Privatlebens von Menschen werden digitalisiert. In geeigneten Projekten können sich Menschen im privaten Umfeld mit dem Thema beschäftigen und sich in gewisse Bereiche einschulen lassen.<sup>111</sup>

Die Entwicklung eines neuen Systems erfordert auch Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, welche mit diesem umgehen können und wollen. Die partizipative Gestaltung eines Informationsassistenzsystems ermöglicht es die Mitarbeiter bereits in der Konzeptionsphase mit ins Projekt zu holen. Die Lernerfolge, welche sich durch eine partizipative Gestaltung ergeben, beeinflussen sowohl die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Unternehmens als auch das Entwicklungsteam. Während Anforderungen an das System berücksichtigt werden, wird wiederum auch Wissen über das System und dessen Bedienung an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen weitergegeben.

---

<sup>109</sup> [Wischmann, S., & Hartmann, E. A. (Eds.). (2018)]

<sup>110</sup> [Ahrens, D., & Spöttl, G. (2015, June)]

<sup>111</sup> [digitalaustria.gv.at]

Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eines Unternehmens wissen sehr gut über ihren Arbeitsplatz und die damit einhergehenden Herausforderungen Bescheid. Ihre Erfahrungen können durch sogenannte User-Stories abgefragt werden.<sup>112</sup> Aus diesen Erfahrungen und Empfindungen können sich nun direkt die Anforderungen an ein Informationsassistenzsystem ableiten lassen. Die Anforderungen an ein Assistenzsystem und die daraus abgeleiteten Ziele des Projektes stellen die Grundlage für einen guten Entwicklungsprozess dar.<sup>113</sup> Auch bieten sie eine gute Benchmark für die Evaluierung oder auch Zielerreichung des Projektes dar.

### **Verwendete Prototypen**

Die in Kapitel 2.4.1 vorgestellten Prototypen kommen hier zu Anwendung. Am Beginn des Projektes kann ein einfacher Papierprototyp einen guten Einblick in die Problematik geben und stellt eine gute Möglichkeit dar die erste Visualisierung der Strukturen durchzuführen. In Kapitel 4.3 wird die Vorgehensweise bei BECOM genau beschrieben.

Nachdem die Ausgereiftheit der Überlegungen vorangeschritten ist kann mit dem Erstellen eines Klickdummys begonnen werden. Ein einfacher Klickdummy als Mock-up stellt den nächsten Schritt nach dem Papierprototypen dar. In Kapitel 4.4 werden die Überlegungen zur Gestaltung eines solchen Prototypen vorgestellt.

### **Usability und User Experience**

Durch eine interne Usability und User Experience Testung wird direkt auf die Bedürfnisse der zukünftigen Kunden und Kundinnen eingegangen. Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen erhalten einen ersten Eindruck von dem System und können sich in weiterer Folge auch gut damit auseinandersetzen. Die Testung der Datenstruktur, welche auch im endgültigen System zur Anwendung kommen wird, stellt somit den ersten Schritt einer notwendigen Einschulung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen dar.

### **Kommunikation**

Eine gute und regelmäßige Kommunikation zwischen den Beteiligten eines solchen Projektes ist sehr wichtig. Eine agile Methode kann nur so agil sein wie die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eines Unternehmens. Feedbackschleifen sollten möglichst kurzgehalten und sinnvoll eingeteilt werden. Bei Kommunikationsbedarf wurde durch Email und Telefonat sofort ein Kontakt zum Entwicklungsteam hergestellt. Der Wunsch, die Entwicklung im beidseitigen Interesse so effizient und schnell wie möglich durchzuführen, erlaubt es keine fixen und starren Terminpläne verwenden zu müssen, sondern bei Bedarf flexibel Termine vereinbaren zu können.

---

<sup>112</sup> [Wirdemann, R. (2017)]

<sup>113</sup> [Helfert, M., Herrmann, C., & Strauch, B. (2001)]

### 3.3 Evaluierung

Die Partizipation der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zieht sich durch den gesamten Entwicklungsprozess. Die Usability und User Experience Testung und die dadurch gewonnen Erkenntnisse fließen kontinuierlich in die Weiterentwicklung des Softwareprototypen ein (siehe Abbildung 29). Literatur und Methoden wurden so analysiert und den Ergebnissen entsprechend angepasst.

Die Evaluierung der verwendeten Methodik und Theorien wurde kontinuierlich betrachtet und fließt direkt in diese Arbeit ein. Die generelle Gestaltung dieser Diplomarbeit und die Festlegung der 4 Themenbereiche, welche für ein Projekt zur Gestaltung eines Softwareprototypen und dessen Testung relevant sind, sind beeinflusst durch die Anforderungen und verwendeten Methoden aus dem Praxisbeispiel BECOM.

Die Evaluierung des Klickdummys und damit einhergehend das weitere Vorgehen für das Unternehmen BECOM sind in dieser Arbeit dokumentiert. Eine genaue Bewertung der Usability und User Experience des in Kapitel 4 vorgestellten Softwareprototyps ist der Conclusio zu entnehmen.

## 4 Prototyping bei BECOM

Dieses Kapitel gibt den Praxisbezug der in Kapitel 2 bereits erwähnten Grundlagen wieder. Zum einen ist hier der Projektablauf dokumentiert, zum anderen kann dies als Beispiel für die Einführung eines Assistenzsystems zur Informationsbereitstellung dienen. Die hier beschriebenen Abläufe und Überlegungen sind in Zusammenarbeit mit der Firma BECOM Electronics GmbH entstanden und wurden auch so durchgeführt.

BECOM hat sich für die Einführung eines neuen Informationsassistenzsystems entschieden, weil das bestehende System bereits an seine Grenzen stößt. Das zurzeit verwendete Computerprogramm besitzt keine graphische Oberfläche und wird mittels Kürzel-Eingabe per Tastatur bedient. Dies erschwert vor allem ungeübten oder neuen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen den Umgang mit dem System. Zusätzliche Informationen werden in Form einer Unterlagenmappe dem jeweiligen Produkt beigelegt. Diese Mappe begleitet das Produkt durch die gesamte Firma und den gesamten Herstellungsprozess. In dieser Unterlagenmappe werden alle relevanten Informationen gesammelt und dokumentiert. Daraus ergeben sich nachfolgende Probleme des bestehenden Systems:

- Verfügbarkeit der Dokumente ist nicht immer gewährleistet
- Kein GUI zur einfachen Bedienung
- Papierverbrauch ist aufgrund der Mappe sehr hoch
- Aktualität der Dokumente ist nicht immer gewährleistet
- Hoher Wartungsaufwand der Mappe
- Suchaufwand der Mappe
- Platzbedarf der unterschiedlichen Mappen (eine Mappe pro Produkt)
- Routine (Mappe nicht gelesen)
- Erstellungsaufwand der Mappen
- Kosten (ESD-Folien, Papier)

Um ein neues System gut gestalten zu können, müssen die Fehler des alten Systems genau analysiert werden. Zum einen ergeben sich dadurch die Ziele und Anforderung des neuen Systems, zum anderen kann sicher gestellt werden bekannte Fehler nicht zu wiederholen.

Aufgrund der hohen Variantenvielfalt in der Produktion und der speziellen Anforderungen an das Informationsassistenzsystem soll nicht einfach auf eine Off-the-shelf-Lösung zurückgegriffen werden. Auch möchte BECOM bewusst selbst ein neues Assistenzsystem einführen, um es den Wünschen und Bedürfnissen seiner Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen anpassen zu können.

## 4.1 Projektstart

Zu Beginn eines jeden Projektes stellt sich die Frage, welche Anforderungen an ein Projekt gestellt werden und welche Ziele es zu erreichen gilt. Als Erstes müssen die bereits bekannten Punkte und Probleme dokumentiert werden. Hierbei handelt es sich zumeist um Unzulänglichkeiten des bestehenden Systems. Diese Probleme und der Wunsch nach Verbesserung stellen die grundlegende Motivation für den Start eines Projektes zur Einführung eines Assistenzsystems dar.

Im nächsten Schritt müssen die Anforderungen, welche zwar spürbar vorhanden sind, aber noch nicht eindeutig verbalisiert wurden, ermittelt werden. Hierzu bietet ein Workshop einen guten Ausgangspunkt. Um einen Workshop gut zu gestalten, muss das Arbeitsteam im Vorfeld sorgfältig ausgewählt werden und die Agenda sollte auch bereits bekannt sein. Es wurde großer Wert darauf gelegt alle Anforderungen und Ziele des Projektes im Rahmen dieses Workshops aufdecken und gleich dokumentieren zu können. In einem angenehmen aber produktiven Umfeld können so alle Themen behandelt werden und gegebenenfalls neue noch unentdeckte erfasst und formuliert werden. Das Team für den Workshop setzt sich idealerweise aus Personen der Produktion, der Arbeitsvorbereitung und zumindest einem IT-Experten, welcher in weiterer Folge für die Realisierung des Assistenzsystems zuständig ist, zusammen. Es soll zwar weiter gedacht werden als nur an das was technisch leicht realisierbar ist, aber ein gewisser Rahmen kann die Diskussion durchaus sinnvoll beeinflussen. Gewisse Problemstellungen lassen sich mit Wissen über die technischen Möglichkeiten von Anfang an sinnvoll analysieren.

Nach Erfassung aller Anforderungen werden diese in einem Lastenheft festgehalten. Sollte die genaue Umsetzung schon bekannt sein, kann auch sofort ein Pflichtenheft erstellt werden. In den meisten Projekten wird allerdings noch Diskussionsbedarf vorhanden sein und somit kann ein agiler Entwicklungsansatz zur Anwendung kommen. Hierzu müssen nicht alle Probleme und Unklarheiten sofort behandelt werden, sondern es kann mit den vorhandenen Informationen der erste Versuch und in weiterer Folge auch der erste Prototyp erstellt werden. Dabei soll versucht werden das Projekt soweit wie nur irgendwie möglich zu treiben, ohne sich von Herausforderungen, welche sich zu einem späteren Zeitpunkt ergeben, einbremsen zu lassen.

Dahingehend wurde ein Workshop mit den relevanten Vertretern der Fa. BECOM durchgeführt. Die Ergebnisse des Workshops bildeten die Anforderungen an das Assistenzsystem, wie sie im Lastenheft dokumentiert sind. Die wichtigsten Punkte sind hier noch einmal kurz dargestellt:

- Einfache Bedienbarkeit
- Geeignete Sprache
  - Deutsch/ Ungarisch/ Englisch

- Ausschließliche Darstellung relevanter Informationen
  - Nur für den gerade durchgeführten Prozessschritt
  - Scannen des Ausweises (Dokumentation)
- Einfache Grafik / benutzerfreundliche Oberfläche
  - Orientierung
  - Vollständigkeit
  - Verstehen und Behalten
- Elektronische Bestätigung der Arbeitsunterlagen
  - Dokumentation und Zeitaufschrieb
- Klare Trennung zwischen technischen und logistischen Daten
- Einfache Produktionsrückmeldungen
- Anzeigen von Bildern und Videos
  - Schnellverständliche Arbeitsaufträge
- Fertigungsstopp bei Fehler und Ab- sofort Änderungen
- Flexiblerer Arbeitsplan und flexiblere Stückliste
- Strukturierung der Daten

Im Sinne einer agilen Entwicklung wurde sofort nach Erstellung des Lastenheftes mit der Arbeit an einem Prototyp begonnen. Hierzu bot es sich an einen konkreten Montageprozess aus dem Unternehmen genauer zu betrachten.

Zuerst wurde der Arbeitsplatz genau analysiert und die gesamte Ist-Situation betrachtet. Ein Assistenzsystem soll alle Prozesse unterstützen und bei einfachen, gut funktionierenden Prozessen ist dies mit großer Wahrscheinlichkeit mit wenig Aufwand verbunden. Somit ist es von Vorteil, nicht mit dem einfachsten Prozess zu beginnen, sondern durchaus mit einer komplexeren Problemstellung. Bei BECOM wurde ein Blindbestückungsprozess ausgewählt, da dieser ohne Unterstützung durch ein Place-by-light System durchgeführt wird und somit den Anforderungen an einen komplexeren Prozess gerecht wird.

## 4.2 Morphologie des Assistenzsystems

In Kapitel 2.3 wurde bereits die Morphologie eines Assistenzsystems im Allgemeinen vorgestellt. In diesem Kapitel soll das Assistenzsystem für BECOM nach denselben Kriterien eingeteilt werden.

Abbildung 32 zeigt die Morphologie eines Assistenzsystems zur Informationsbereitstellung an einem manuellen Montagearbeitsplatz.

<b>Art der Unterstützung</b>	Physisch		Kognitiv			Organisatorisch		Kommunikativ	
<b>Art der Delegation</b>	Im Einzelfall			Routinemäßige Nutzung			Selbstorganisation		
<b>Eingriffsart</b>	Informierend		Warnend	Assistierend		Teilautonom		Vollautonom	
<b>Automatisierungsstufe</b>	Handlungsalternativen	Auswahlschränkung	Vorschlag	Ausführung + Bestätigung	Ausführung bei Vetorecht	Ausführung + Info	Info nur nach Anfrage	Autonome Entscheidung	
<b>Arbeitsteilung</b>	Seriell			Parallel			Parallelredundant		
<b>Anwendungsgebiet</b>	Fertigung, Montage		Logistik	PPS, AV		Qualität	Instandhaltung, Service	Sonstige	
<b>Informationseingabe</b>	Manuell		Verbal	Gestikular		Bewegungsarten		Sonstige	
<b>Eingabeeinheit</b>	Haptisch/Taktil		Auditiv	Kinästhetisch		Optisch		Sonstige (bspw. Bionisch)	
<b>Informationsausgabe</b>	Optisch		Akustisch		Haptisch		Sonstige		
<b>Ausgabeeinheit</b>	Visuell ortsfest	Visuell mobil	Auditiv ortsfest	Auditiv mobil	Haptisch		Sonstige		

**Abbildung 32: Morphologie des zu entwickelnden Assistenzsystems<sup>114</sup>**

Die Art der Unterstützung ist kognitiv. Die Informationsbereitstellung am Arbeitsplatz soll die kognitive Belastung der arbeitenden Personen durch geeignete Unterstützung reduzieren.

Die Art der Delegation ist routinemäßig, da das Assistenzsystem kontinuierlich zum Einsatz kommt und alle Arbeitsprozesse an allen Arbeitsplätzen unterstützen soll. Auch übernimmt das System die Dokumentation des Ablaufes und muss somit immer, zumindest im Hintergrund, mitlaufen und den jeweiligen Arbeitsschritt dokumentieren.

Die Definition der Eingriffsart ist stark abhängig von den Anforderungen an ein Assistenzsystem. In der Grundeinstellung steht ein derartiges System informierend dem Mitarbeiter und der Mitarbeiterin zur Verfügung. Sollte es gewünscht sein, kann ein Informationsassistenzsystem zusätzlich warnend in den Arbeitsprozess eingreifen. In diesem Fall kommen mehrere Datenschutzaspekte zur Geltung. Das hier betrachtete System ist rein informierend.

<sup>114</sup> [VU Assistenzsysteme]

Die Automatisierungsstufe gibt Handlungsalternativen vor. Der Mensch steht im Zentrum des Systems und hat die absolute Kontrolle. Dies kann entweder explizit so gewünscht werden, wie im vorliegenden Fall, kann aber auch durch die technischen Möglichkeiten vorgegeben sein.

Die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine findet parallel statt. Das Assistenzsystem stellt die zum jeweiligen Arbeitsschritt benötigten Informationen zur Verfügung. Somit beschäftigen sich der Mensch und das System immer mit dem exakt gleichen Arbeitsschritt. Der Mensch gibt dem System vor woran er arbeitet und das System stellt die dafür benötigten Informationen bereit.

Als Anwendungsbereich wurde die Fertigung und Montage angegeben, da dies die Bereiche sind, in denen das zu entwickelnde System zur Anwendung kommen soll. Sollte dies gewünscht werden, ist es durchaus möglich weitere Abteilungen an der Entwicklung zu beteiligen. Zusätzliche Abteilungen, welche vielleicht gar nicht den Wunsch verspüren an dem Projekt beteiligt zu sein, sollten auch nicht zur Teilnahme gezwungen werden.

Die Informationseingabe erfolgt über die Tastatur und die Maus des Arbeitsplatzes. Sie ist somit manuell im Sinne einer Eingabe oder optisch im Sinne der Auswahl und des Anklickens eines Elements mit der Maus. Daraus ergibt sich auch die Bewertung der Eingabeeinheit zu haptisch.

Die Informationsausgabe erfolgt über den am Arbeitsplatz bereitgestellten Monitor. Sie ist rein visuell, könnte allerdings um akustische Reize in sicherheitsrelevanten Bereichen erweitert werden. Durch den fix montierten Bildschirm des Arbeitsplatzes kann die Ausgabeeinheit als visuell ortsfest beschrieben werden.

Die Morphologie des Assistenzsystems eignet sich sehr gut zur Beschreibung des vorhandenen Arbeitsplatzes und bietet eine gute Möglichkeit gewisse Punkte wie zum Beispiel die Art der Informationsausgabe festzulegen. Sie bildet das Grundgerüst des Möglichen und Gewünschten.

Zur Verdeutlichung wie ein Arbeitsplatz einfach und schnell durch die reine Angabe der Morphologie beschrieben werden kann, soll hier der reale Arbeitsplatz, welcher als Grundlage für die Prototypentwicklung herangezogen wurde, vorgestellt werden. Dabei handelt es sich um die konkrete Einführung eines Assistenzsystems in einem konkreten Unternehmen. Es soll im Rahmen der Implementierung des neuen Werkerassistenzsystems für BECOM auf die bestehende Hardware zurückgegriffen werden. Die Arbeitsplätze sollen hierbei ihre momentane Gestaltung beibehalten und nur die verwendete Software soll verändert werden. In der Firma BECOM wird bereits an standardisierten Arbeitsplätzen gearbeitet. Diese sind alle mit Computern ausgestattet. Abbildung 33 zeigt einen solchen typischen Arbeitsplatz.



**Abbildung 33: Standardisierter Arbeitsplatz der Firma BECOM<sup>115</sup>**

An jedem Arbeitsplatz befindet sich ein Computer mit Maus und Tastatur. Dies sind sehr gute Voraussetzungen für die Einführung des neuen Assistenzsystems. Somit muss bei der Gestaltung des Systems die Hardware nicht extra eingeplant und angeschafft werden, sondern ist bereits vorhanden.

### 4.3 Der erste Software Prototyp

Bevor mit der Gestaltung eines Softwareprototypen begonnen werden kann, sollte so viel Information wie möglich über den betrachteten Prozess gesammelt werden. Die prinzipielle Gestaltung eines Assistenzsystems kann auch ohne vollständige Information von statten gehen, allerdings macht es durchaus Sinn sich die Strukturierung der Daten genauestens zu überlegen. Die Entwicklung eines Assistenzsystems gestaltet sich deutlich einfacher, wenn bereits alle Informationen und Dokumente, welche zu meist bereits in Papierform vorhanden sind, zusammengetragen werden und anhand dieser die Struktur der Daten und auch die Reihenfolge der Arbeitsschritte bekannt ist.

Die zusammengetragenen Informationen können mittels eines Papierprototypen sehr schnell, einfach und übersichtlich dargestellt werden. Der in Kapitel 2.4 vorgestellte Prototyp kann auch auf einem Whiteboard dargestellt werden. Abbildung 34 zeigt die ersten Überlegungen zur Strukturierung der Daten für ein Assistenzsystem, wie er bei BECOM erstellt wurde.

---

<sup>115</sup> [BECOM]

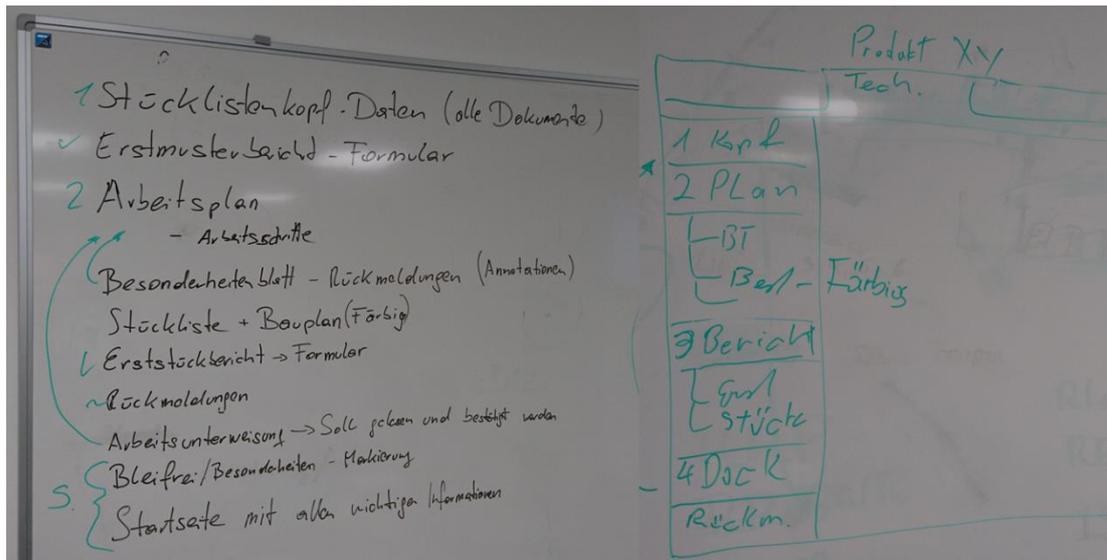


Abbildung 34: erster Prototyp am Whiteboard<sup>116</sup>

Der Vorteil eines Whiteboards besteht darin, dass die Information jederzeit an eine neue Überlegung angepasst werden kann. In einer überschaubaren Arbeitsgruppe kann so recht schnell eine erste Strukturierung und auch Positionierung gewisser Elemente rasch veranschaulicht und durch eine Fotografie dokumentiert werden.

Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen können im ersten Schritt durch Zuruf sämtliche Informationen, welche für den Prozess benötigt werden, bekannt geben. Durch eine schnelle und einfache Darstellung können diese Überlegungen sehr schnell visualisiert werden.

## 4.4 Der Klickdummy

Die Erkenntnisse aus dem ersten Prototyp am Whiteboard bilden die Grundlage für den nächsten Entwicklungsschritt. Ein Klickdummy (Kapitel 2.4) bietet eine gute Möglichkeit um Datenstrukturen, Positionierungsüberlegungen und Informationsaufbereitung darzustellen und in weiterer Folge auch zu testen.

Für BECOM wurde ein Klickdummy in Microsoft PowerPoint erstellt. Einzelne Folien bilden die verschiedenen Bildschirme ab und durch eine Verlinkung der Folien kann so ein Programm gut simuliert werden. Aus datenschutztechnischen Gründen sind in den in diesem Kapitel gezeigten Illustrationen die Inhalte nur schematisch angedeutet. Für die Usability und User Experience Testung bei BECOM wurden die originalen Dokumente des betrachteten Prozesses verwendet.

<sup>116</sup> [BECOM]

Abbildung 35 zeigt den Aufbau des Klickdummys wie er bei BECOM zur Testung verwendet wurde. Nachfolgend werden die einzelnen Komponenten des Klickdummys genau beschrieben. Abbildung 35 lässt bereits erahnen wie diese zusammenhängen.

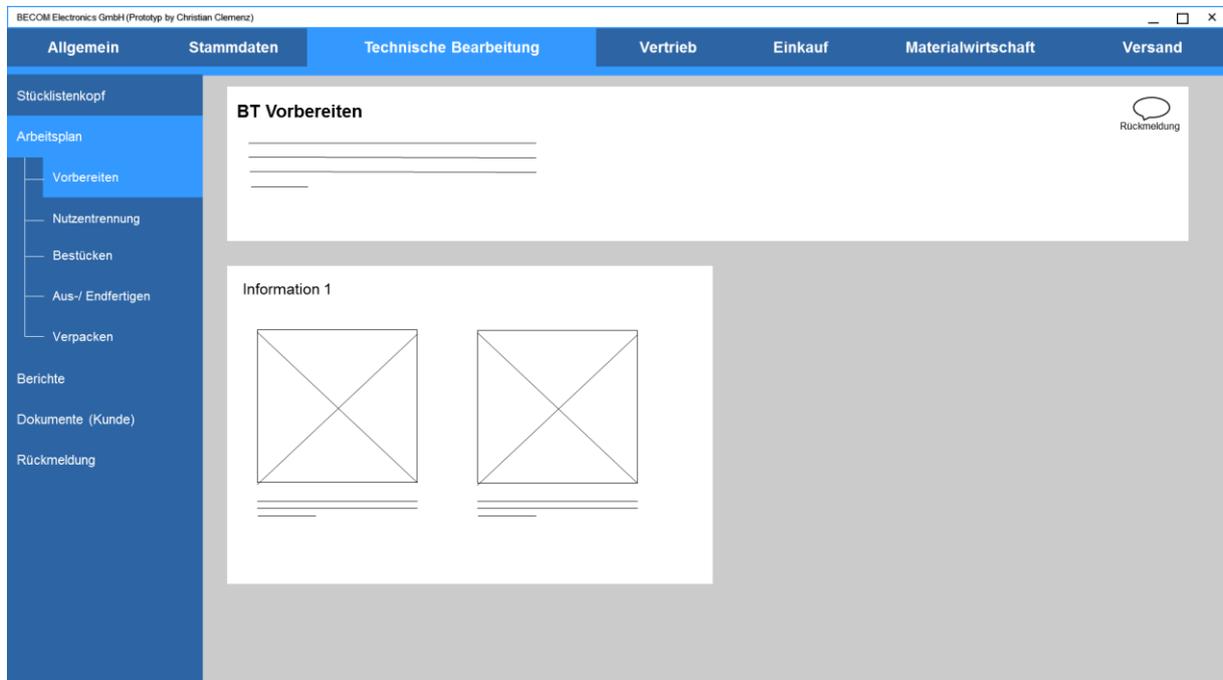


Abbildung 35: Klickdummy für BECOM<sup>117</sup>

#### 4.4.1 Erklärung der verwendeten Farben

Die grundlegende Farbgestaltung orientiert sich an den im Unternehmen verwendeten Farben. Im technischen Bereich handelt es sich hierbei oft um unterschiedliche Blau- oder Grautöne (siehe Kapitel 2.4.2). So auch bei BECOM. Die Farbgestaltung leitet sich direkt aus den für das Unternehmen typischen Farben ab.

Um eine Eindeutigkeit der Darstellung gewährleisten zu können, muss eine klare Unterscheidung zwischen aktiven, inaktiven und nicht verfügbaren Elementen erfolgen. Dies wurde durch Verwendung unterschiedlicher Farben für die verschiedenen Elemente erreicht. Abbildung 36 zeigt die Unterscheidung zwischen aktiven und inaktiven aber verfügbaren Elementen.

<sup>117</sup> [Eigene Illustration]

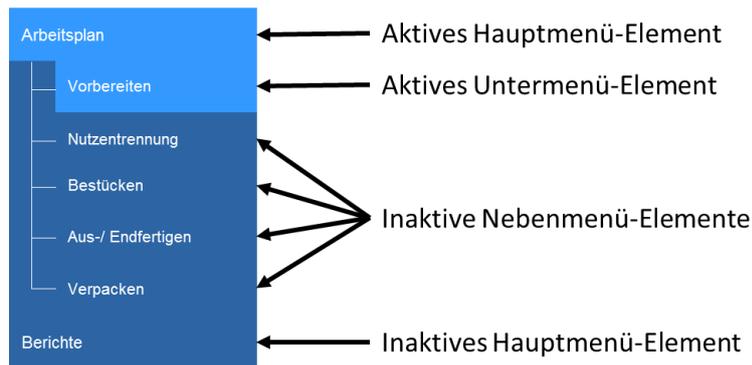


Abbildung 36: aktive und inaktive Elemente<sup>118</sup>

Sollte für einen Arbeitsschritt ein Menüpunkt nicht verfügbar sein, wird dieser mittel dunkelgrauer Schrift auf hellgrauem Grund dargestellt. Abbildung 37 zeigt wie dies aussehen würde.

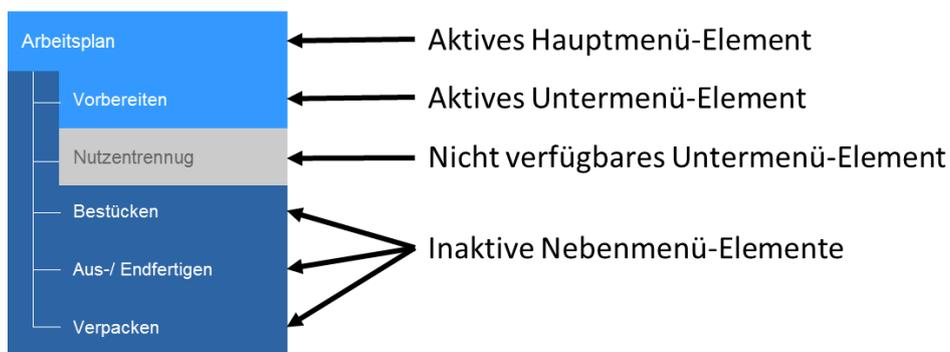


Abbildung 37: nichtverfügbares Element<sup>118</sup>

### 4.4.2 Aufbau der Menüführung

Die Navigation durch das mittels Klickdummy simulierte Programm erfolgt anhand zweier unterschiedlicher Menüs. Ein horizontales Menü, welches das Umschalten zwischen den verschiedenen Abteilungen ermöglicht und ein vertikales Hauptmenü, welches die Strukturierung der Daten für den betrachteten Arbeitsschritt übernimmt, stellen das Grundgerüst des Programmaufbaus dar. Im Folgenden wurde nur die technische Bearbeitung betrachtet. Die Gestaltung des horizontalen Menüs stellt somit nur einen Vorschlag für die weiteren Abteilungen dar. Das vertikale Hauptmenü ist für den betrachteten Prozess am bedeutendsten, da die gesamte Navigation durch den Prozess über dieses erfolgt. Abbildung 38 zeigt die Darstellung des horizontalen Menüs.

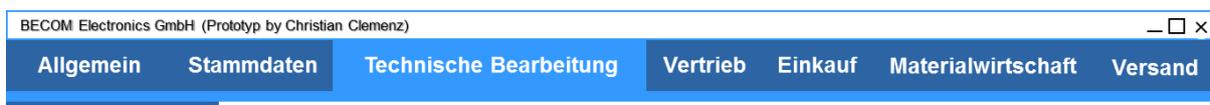
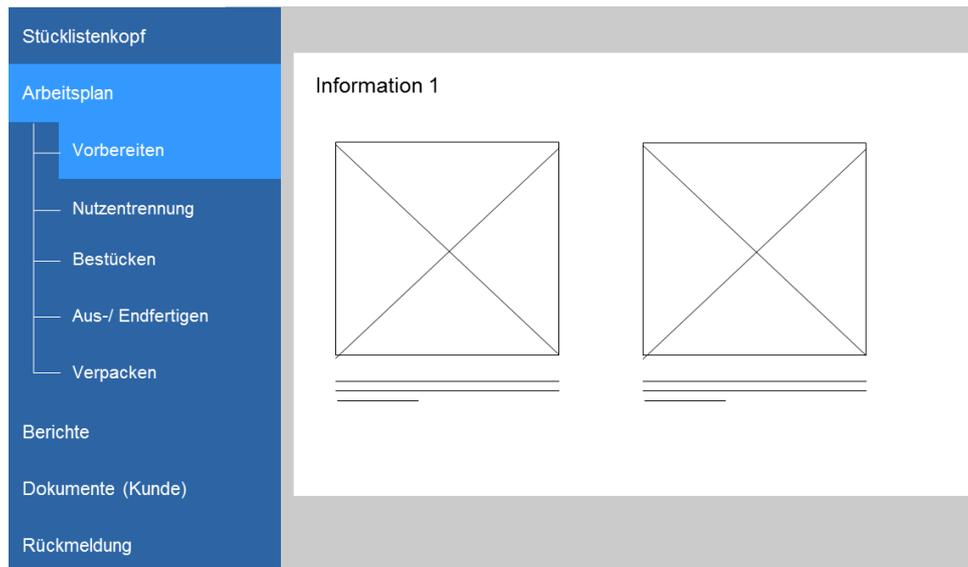


Abbildung 38: Umschalten zwischen den Abteilungen<sup>119</sup>

<sup>118</sup> [Eigene Illustration]

Das horizontale Menü zeigt angedeutet die verschiedenen Abteilungen in einem produzierenden Unternehmen. Ein Header mit der Beschreibung des Programms, hier „BECOM Electronics GmbH (Prototyp by Christian Clemenz)“, vermittelt den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen die Information, in welchem Programmbereich man sich gerade befindet.

Die Navigation durch den betrachteten Arbeitsprozess erfolgt über das horizontale Hauptmenü, welches am linken Bildschirmrand positioniert ist. In Abbildung 39 ist das Hauptmenü mit exemplarischen Untermenüpunkten dargestellt.



**Abbildung 39: Hauptmenü des Assistenzsystems<sup>119</sup>**

Die Reihenfolge der einzelnen Menüpunkte wurde anhand des Whiteboard-Prototypen erstellt. Sie richtet sich nach den verschiedenen Arbeitsschritten und deren Reihenfolge. Als zusätzliches Begeisterungsmerkmal für die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen könnte durch das Scannen des Ausweises der aktuelle Arbeitsschritt bereits automatisch geöffnet werden. Für den Klickdummy war dies jedoch noch nicht von Bedeutung, da zuerst einmal die Anordnung und Darstellung der Inhalte untersucht werden sollte.

### 4.4.3 Darstellung der Datenstruktur

Bei der Navigation durch ein Programm ist es von größter Bedeutung, dass immer sofort verständlich ist, wie die unterschiedlichen Informationen zusammenhängen. Welche Arbeitsanweisung zu welchem Arbeitsschritt gehört, aber auch welche verschiedenen Schritte in einem Unterpunkt bzw. an einem Arbeitsplatz zusammengehören, muss sofort verständlich sein. In Abbildung 40 ist die Datenstrukturierung mittels eines Strukturbaumes dargestellt.

<sup>119</sup> [Eigene Illustration]

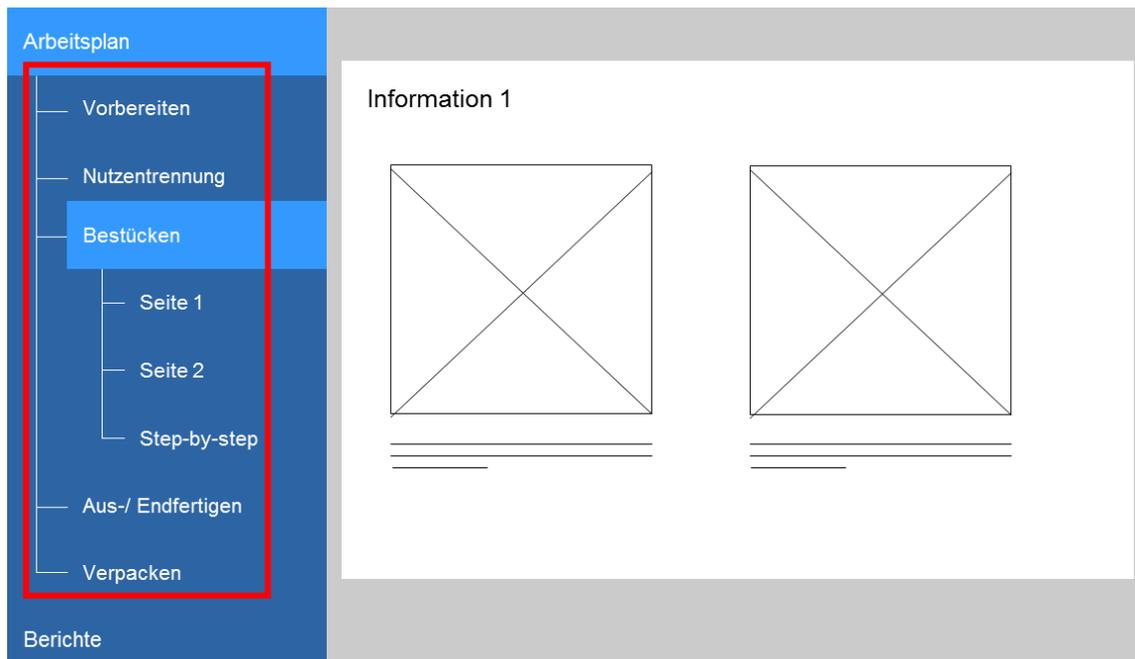


Abbildung 40: Darstellung der Datenstruktur<sup>120</sup>

Die weißen Linien (in Abbildung 40 rot markiert) zeigen die Zusammengehörigkeit verschiedener Unterpunkte. Das aktive Element wird farblich gekennzeichnet und unter diesem öffnen sich die benötigten Unterpunkte. Durch Verbinden der jeweiligen Elemente mittels einer Linie ist sofort ersichtlich, welche Elemente inhaltlich zusammengehören. Selbst in der zweiten Ebene (siehe Bestücken) kann diese Darstellungsform zur Anwendung kommen. Es handelt sich hierbei um eine einfache und schnell verständliche Darstellung der Strukturierung. Computer- und IT-affinen Menschen wird diese Art der Datenstrukturierung aus anderen Anwendungsbereichen und Programmen bereits bekannt sein und auch weniger IT-geschulte Menschen können relativ schnell verstehen wie diese Darstellung zu interpretieren ist.

#### 4.4.4 Rückmeldungen

Im Sinne einer guten Prozessregelung sollten Produktionsrückmeldungen kontinuierlich in die Steuerung einfließen. Diese Rückmeldungen müssen von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen während des Produktionsprozesses getätigt und anschließend von Personen der Arbeitsvorbereitung analysiert und bearbeitet werden. Die Aktualität dieser Rückmeldungen bestimmt auch wie schnell auf Veränderungen oder Probleme im Prozess reagiert werden kann. Der organisatorische Aufwand kann um einiges verringert werden, wenn Rückmeldungen direkt zum betreffenden Arbeitsschritt verfasst werden. Somit ist sofort ersichtlich auf welchen Teil des Produktionsprozesses sich die Information bezieht. Abbildung 41 zeigt das verwendete Rückmeldungsicon.

<sup>120</sup> [Eigene Illustration]

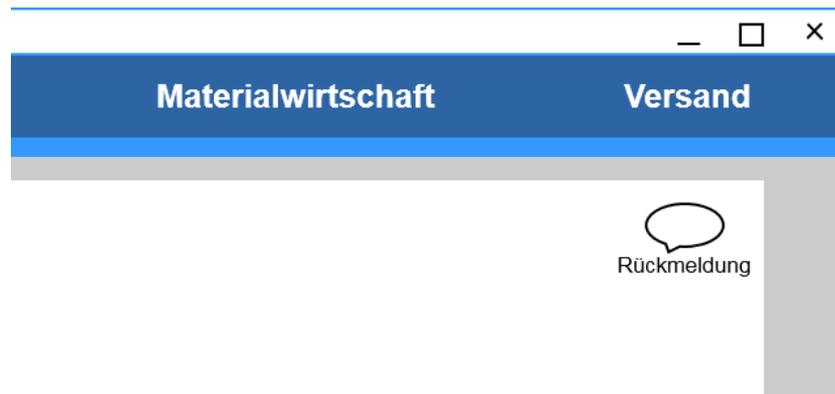


Abbildung 41: Produktionsrückmeldung<sup>121</sup>

Es wurde bei der Gestaltung der Rückmeldungsfunction bewusst ein Icon und eine textuelle Beschreibung verwendet. Diese Art der Kennzeichnung ist den meisten Menschen durch die Verwendung eines Smartphones bereits bekannt, kann allerdings auch von Menschen ohne Vorkenntnissen sehr schnell verstanden werden.

Durch Anklicken des Rückmeldungsicons öffnet sich ein Fenster, in dem die Rückmeldung eingetragen werden kann. Das neue Fenster ist in Abbildung 42 dargestellt.

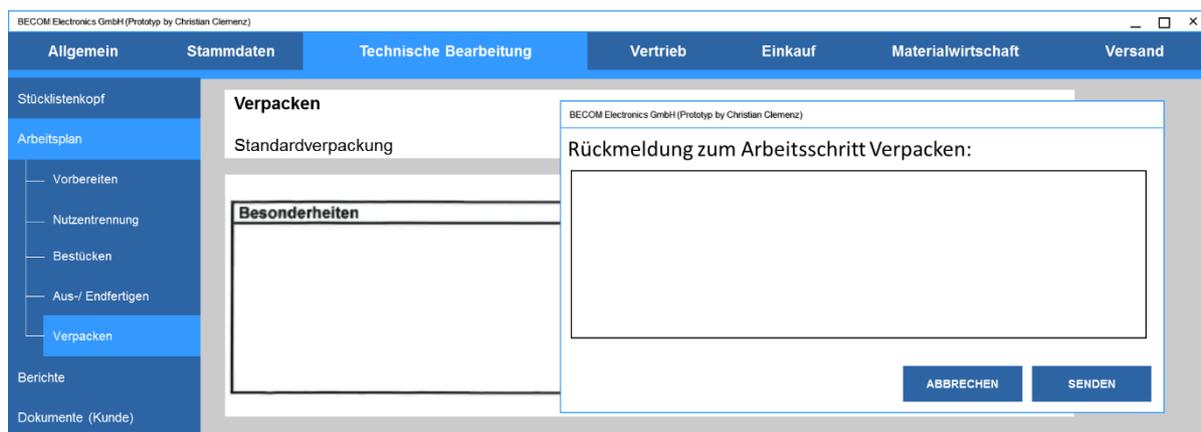


Abbildung 42: Fenster zur Eintragung von Rückmeldungen<sup>121</sup>

Die Rückmeldung kann nun in das dafür vorgesehene Fenster geschrieben werden und durch Anklicken des SENDEN Buttons verschickt werden. Diese Funktion ist im Klickdummy nur angedeutet. Eine Texteingabe ist nicht möglich und beim Versuch die Rückmeldung abzuschicken schließt sich das Fenster wieder.

Die Testung des Klickdummys soll nur der Testung der Verständlichkeit der Anordnung und Darstellung dienen. Dieser soll und kann auch nicht die vollständige Funktion eines Programmes übernehmen.

Wird Abbildung 42 genau betrachtet, ist sofort ersichtlich, dass hier eine Rückmeldung zum Arbeitsschritt Verpacken gesendet werden soll. Dies geht aus dem Strukturbau

<sup>121</sup> [Eigene Illustration]

an der linken Seite hervor. Passend dazu steht im oberen Teil des Fensters der Text: „Rückmeldung zum Arbeitsschritt Verpacken:“. Diese Art der Darstellung soll gewährleisten, dass die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auch sicher sein können, zu welchem Arbeitsschritt sie gerade eine Rückmeldung verfassen.

#### 4.4.5 Step-by-Step Anleitung

Bei dem betrachteten Prozess handelt es sich um einen Bestückungsvorgang, bei welchem unterschiedliche Bauteile der Reihe nach in eine Platine gesteckt werden müssen. Die Bereitstellung der Komponenten erfolgt über ein Regalsystem. Somit ergibt sich auch eine vorgeschlagene Reihenfolge der Entnahme. Von einer Seite beginnend werden aus benachbarten Boxen die jeweiligen Bauteile entnommen. Für ungeübte Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen stellt sich die Herausforderung der richtigen Platzierung. Ein Informationsassistenzsystem kann hierbei eine gute Unterstützung sein.



Abbildung 43: Bestückungsplan<sup>122</sup>

Je nach Komplexität des betrachteten Bauteils kann ein einfacher Bestückungsplan oder aber auch eine step-by-step Anleitung zur Unterstützung des Prozesses hilfreich sein. Es muss die Möglichkeit geschaffen werden den am Prozess arbeitenden Menschen die Entscheidung, welche der zwei Darstellungsvarianten sie bevorzugen, selbst zu überlassen. Ein Assistenzsystem soll unterstützend zur Seite stehen und gut geübte Mitarbeiter nicht einbremsen. Abbildung 43 zeigt die Darstellung des gesamten Bestückungsplans eines exemplarischen, einfachen Bauteils.

<sup>122</sup> [Eigene Illustration]

Bei einem einfachen Bauteil, welches nur mit wenigen Elementen bestückt werden muss, reicht durchaus eine Darstellung des Bestückungsplans mit farbiger Unterscheidung der Bauteile. Auch wenn diese Baugruppe sehr häufig bearbeitet wird, stellen sich durchaus Lernerfolge bei den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen ein und die einfache Darstellung, welche dann oftmals nur zur Kontrolle herangezogen wird, reicht vollkommen aus. Der Bestückungsplan kann durch klicken auf die Lupe vergrößert werden. Wenn eine Vergrößerung möglich ist, wird neben dem Lupensymbol ein Plus angezeigt. Um die Graphik wieder verkleinern zu können kann die Lupe mit einem Minus angeklickt werden. Dies garantiert ein Ausnutzen der vollen Bildschirmgröße zur Informationsdarstellung.

Bei komplexeren oder neu ins Sortiment aufgenommenen Produkten kann eine step-by-step Anleitung, wie in Abbildung 44 angedeutet, sehr hilfreich sein.

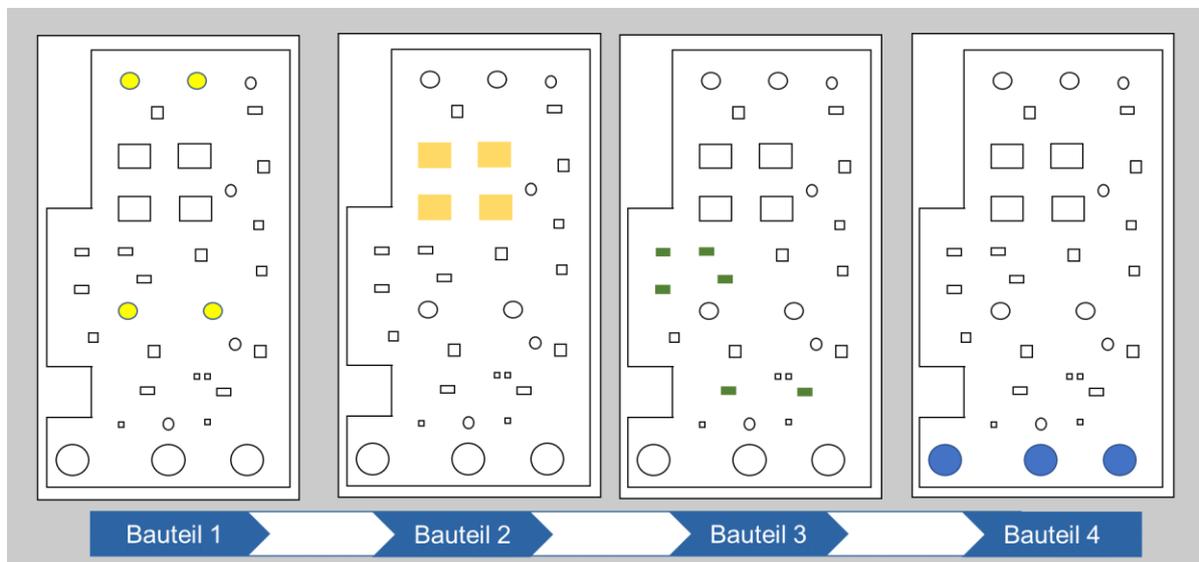


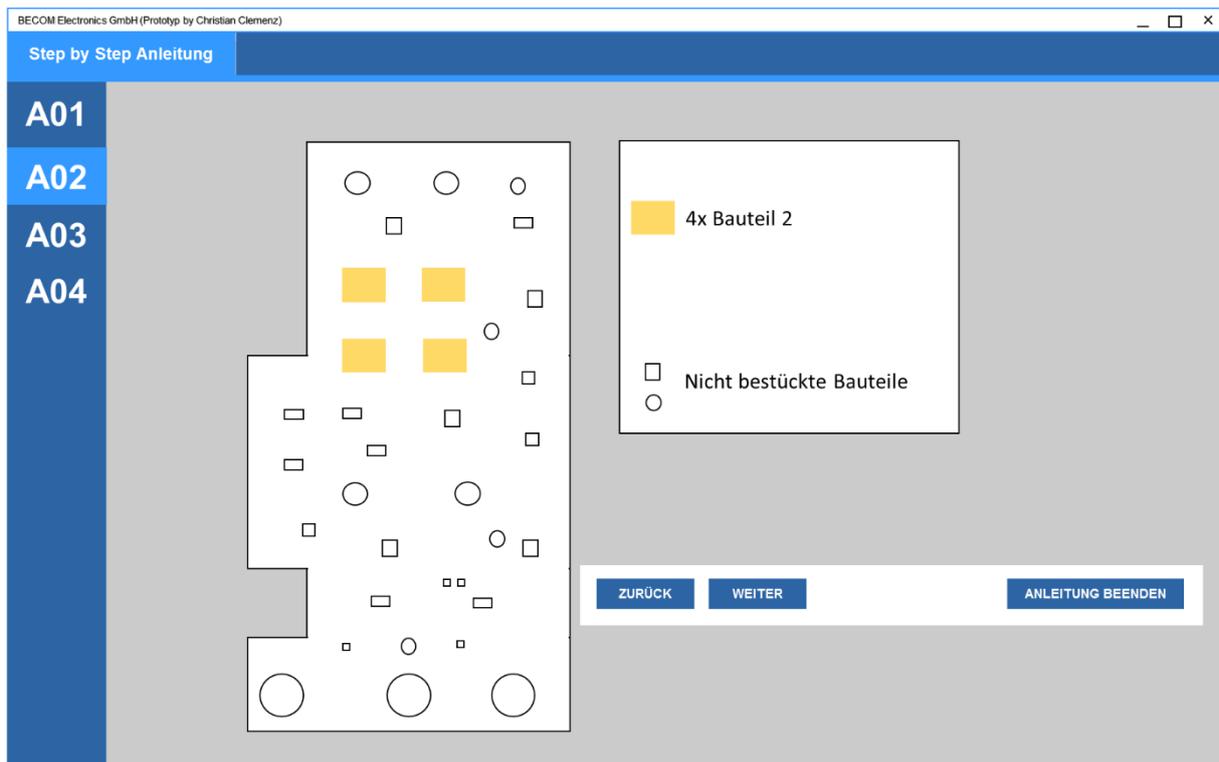
Abbildung 44: exemplarische step-by-step Anleitung<sup>123</sup>

Eine step-by-step Anleitung führt die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen Schritt für Schritt durch den jeweiligen Arbeitsschritt. Jedes zu platzierende Bauteil wird auf einer eigenen Seite dargestellt. Für eine möglichst effiziente Bestückung sollten die Boxen, aus denen entnommen wird, die gleiche farbige Markierung aufweisen wie das jeweilige Element im Assistenzsystem. Zusätzlich erleichtert eine eindeutige Beschriftung der Boxen den Entnahmeprozess.

Bei verschiedenen Versuchen hat sich gezeigt, dass ein Fortschrittsbalken oder eine Anzeige, an welchem Schritt des Bestückungsplan gerade gearbeitet wird, von Vorteil ist. Diese Anzeige dient der Überprüfung der bereits erfolgten Arbeitsschritte. Stimmt die Anzahl der verschiedenen Bauteile nicht mit dem momentanen Bestückungsschritt überein, kann sofort auf einen Fehler bei der Entnahme geschlossen werden.

<sup>123</sup> [Eigene Illustration]

Nachdem ein Bauteil in der richtigen Stückzahl entnommen und entsprechend des Plans platziert wurde, kann zum nächsten Bauteil beziehungsweise Bildschirm des Assistenzsystems weiter geschaltet werden. Die step-by-step Anleitung kann auch zu jedem Zeitpunkt abgebrochen und später erneut gestartet werden. Dies bietet den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen die Möglichkeit flexibel mit dem System arbeiten zu können und bei einem vermeintlichen Missverständnis die Anleitung neu zu starten. Abbildung 45 zeigt schematisch den angezeigten Bildschirm in der Anwendung.



**Abbildung 45: step-by-step Anleitung Bauteil 2<sup>124</sup>**

Auch wenn hier zur Illustration der Anleitung ein sehr einfaches Beispiel herangezogen wurde, können die Überlegungen zur Darstellung des Inhaltes gut verdeutlicht werden. Der momentane Arbeitsschritt in Abbildung 45 zeigt die Bestückung des Bauteils 2. Die Positionierung ist durch die farbliche Markierung am Bauteil eindeutig dargestellt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Ausrichtung des Bauteils auf dem Plan auch der wahren Ausrichtung des Bauteils am Arbeitstisch entspricht.

Am linken Bildschirmrand wird angezeigt, dass es sich im betrachteten Augenblick um das Bauteil 2, also den zweiten Arbeitsschritt handelt. Somit ist auch sofort ersichtlich, dass das Bauteil 1 bereits auf der Platine positioniert sein muss. Sollte dies nicht der Fall sein kann sofort darauf zurückgeschlossen werden, dass ein Arbeitsschritt übersehen wurde.

<sup>124</sup> [Eigene Illustration]

Zusätzlich zur rein optischen Darstellung am Plan gibt es auch rechts daneben eine textuelle Beschreibung des Bauteils. Hier ist noch einmal die richtige Anzahl festgehalten und auch die Typenbezeichnung und Besonderheiten können beschrieben werden. Zuviel Information kann allerdings verwirrend sein. Im Vorfeld müssen die Beschreibungen analysiert und nur die für die Bestückung relevanten Informationen dargestellt werden. Informationen bezüglich weiterer Arbeitsschritte sollte nicht einfach hinzugefügt, sondern zum passenden Zeitpunkt der Bearbeitung angegeben werden.

#### 4.4.6 Bestätigungen

Zu bestimmten Arbeitsschritten existieren Arbeitsunterweisungen, welche sich auf Sicherheitsbestimmungen oder produktspezifische Besonderheiten beziehen. Abbildung 46 zeigt exemplarisch wie so eine Arbeitsunterweisung in ein Informationsassistenzsystem integriert werden kann.

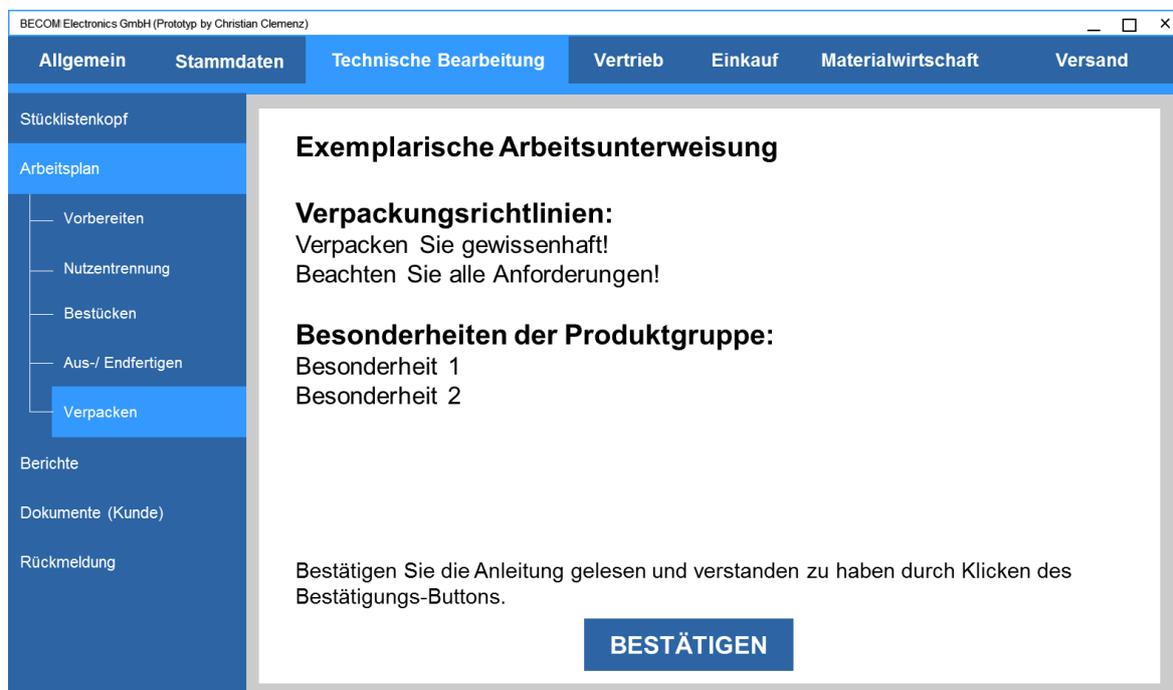


Abbildung 46: Exemplarische Arbeitsunterweisung<sup>125</sup>

Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen bestätigen durch klicken des Bestätigungs-Buttons die Anweisung gelesen und verstanden zu haben. Diese Bestätigung soll in weiterer Folge die Unterschrift unter der jeweiligen Arbeitsunterweisung ersetzen. Hierbei ist zu beachten, dass sofort ersichtlich sein muss, dass es sich um eine Bestätigung handelt und nicht nur um ein Wegklicken eines Fensters. Dies ist in Abbildung 46 durch den großen Bestätigungsbutton, welcher sich optisch (vor allem in der Größe) von anderen Elementen unterscheidet, dargestellt.

<sup>125</sup> [Eigene Illustration]

## 4.5 Usability und User Experience Testung

Nach mehreren Besprechungen und damit einhergehenden Versionen des Klickdummys einigte man sich auf ein Design zur Testung der Usability und User Experience. Die Testung soll die Gedanken der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen festhalten. Diese Form der partizipativen Gestaltung ermöglicht es relativ schnell ein Produkt zu entwickeln, welches dann auch wirklich den Anforderungen der mit dem System arbeitenden Personen entspricht.

### 4.5.1 Aufbau und Ablauf der Testung

Die Testung wurde auf ca. zehn Minuten beschränkt, um die intuitive Bedienbarkeit des Systems zu testen. Bei einer längeren Testung würden sich mit der Zeit gewisse Lernerfolge einstellen und das System würde nicht mehr rein intuitiv bedient werden, sondern auch aus der Erfahrung heraus. Die graphische Oberfläche eines Assistenzsystems sollte sofort verständlich sein und keinen großen Einschulungsaufwand erzeugen.

Abbildung 47 zeigt den Testaufbau wie er bei BECOM zur Testung verwendet wurde.

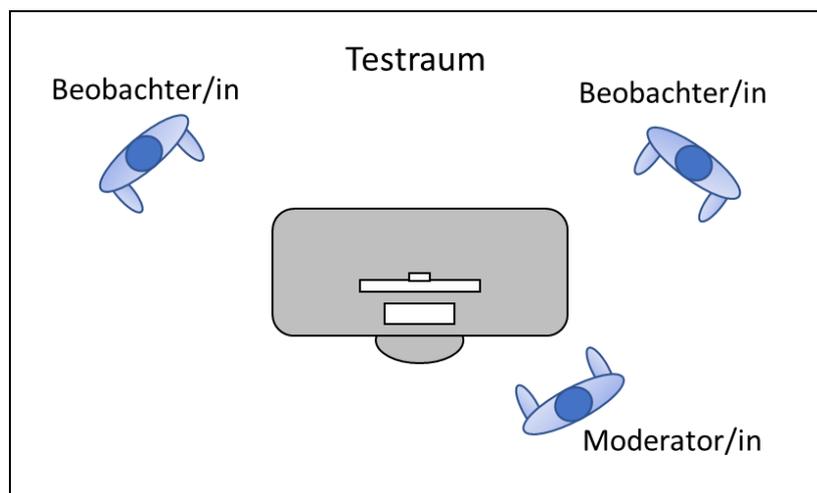


Abbildung 47: Testraum Setup<sup>126</sup>

Die Usability und User Experience Testung wurde moderiert durchgeführt. Ein Moderator erklärte den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen die Anwendung des Systems und stand auch für Fragen zur Verfügung. Hierbei war es wichtig, dass die Testpersonen nur unterstützt werden sollten, wenn sie an einem gewissen Punkt nicht weiterwussten. Der Moderator sollte nicht das gesamte System erklären und präsentieren, sondern lediglich darauf achten, dass alle relevanten Funktionen getestet und die zeitliche Vorgabe eingehalten werden. (siehe Kapitel 2.5.2)

<sup>126</sup> [Eigene Illustration]

## 4.5.2 Sammeln der Daten

Die Ergebnisse und Erkenntnisse einer Usability und User Experience Testung zeigen, wie ausgeht die Überlegungen zur Gestaltung eines Assistenzsystems sind. Sie stellen wichtige Prozessparameter dar, nach welchen das weitere Vorgehen des Projektes bestimmt wird. Die Ergebnisse können mit einem Fragebogen am Ende der Testung ermittelt werden. Die Erkenntnisse während des Arbeitens mit dem System zeigen wichtige Punkte der Gestaltung auf. Sie sollten deswegen ebenfalls in geeigneter Form dokumentiert werden.

Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sollen während der Testung ihre Gedanken laut aussprechen. Dieses „laut Denken“ ermöglicht es selbst kleine Anmerkungen zu dokumentieren.<sup>127</sup> Ein kurzer Moment der Verwunderung über die Platzierung eines Icons zum Beispiel würde bei der reinen Befragung mittels Fragebogen vielleicht gar nicht auffallen. Im Laufe der Testung könnte sich ein Gewöhnungseffekt einstellen und die erstmalige Verwunderung reflektierten Erfahrungswerten weichen.

Werden die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen bei der Testung aufgezeichnet, muss ihnen das vorab kommuniziert werden und sie müssen sich damit einverstanden erklären. Im Klickdummy wurde dies so vermerkt: „Alle hier erfassten Daten werden absolut anonym betrachtet und dienen einzig und allein der Auswertung der Usability-Studie im Rahmen der Diplomarbeit von Christian Clemenz. Sämtliche Aufnahmen werden nur von Christian Clemenz persönlich angehört und nach der Auswertung dieser gelöscht. Die Teilnahme an diesem Test wird als implizite Einverständniserklärung verstanden. Sollten Sie einem dieser Punkte widersprechen steht es Ihnen frei die Testung abzulehnen.“<sup>128</sup> Eine reine Erwähnung im Programm selbst reicht nicht aus. Im Vorfeld der Testung muss das Vorhaben mit dem Betriebsrat besprochen und von diesem abgesegnet werden. Auch sollte Vollständigkeitshalber eine Einverständniserklärung von allen Testpersonen unterschrieben werden.

Die Auswertung der Testergebnisse sollte anonym durchgeführt werden. Zum einen ermöglicht es den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen frei ihre Meinung kundzugeben, zum anderen ist es für die Bewertung nicht relevant, welche Person mit welchem Problem konfrontiert ist. Die Zielsetzung eines Informationsassistenzsystems ist es, dass alle Beteiligten gut mit dem System arbeiten können. Wer genau an welcher Stelle nicht weiter kam ist für die Auswertung irrelevant. Die Anmerkungen der Testpersonen werden erfasst und anonymisiert verwendet, um das Programm zu verbessern.

Für die Testung bei BECOM wurde zusätzlich zur Tonaufnahme eine Software zur Desktopaufzeichnung verwendet und die Testpersonen wurden gefilmt. Dieses Setup ermöglicht es sowohl zu sehen wo sich der Mauszeiger befindet als auch wohin die

---

<sup>127</sup> [Jacobsen, J., Meyer, L. (2017), 19.4 Tipps für die Durchführung]

<sup>128</sup> [Originaltext aus dem getesteten Klickdummy]

Testperson dabei blickt. In Kombination mit dem laut ausgesprochenen Empfinden der Situation können Usability und User Experience sehr gut festgehalten werden. Abbildung 48 zeigt schematisch den aufgenommenen Bildschirm der Testung.

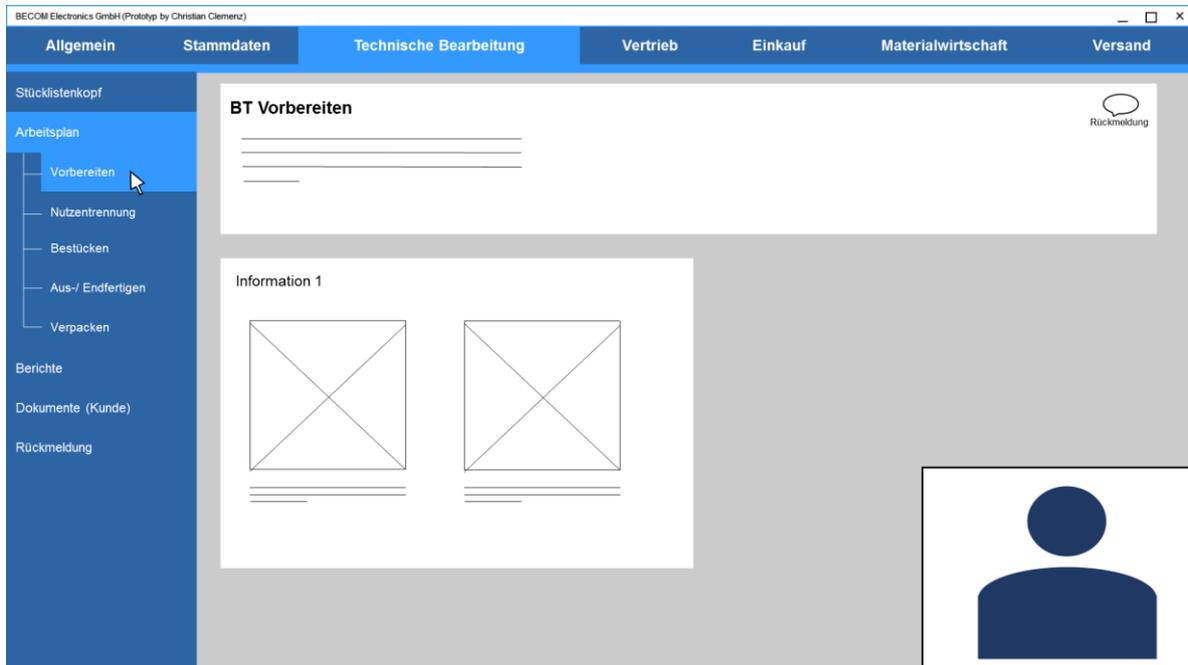


Abbildung 48: Bildschirm der Testung<sup>129</sup>

Zusätzlich zu der Desktop- und Videoaufnahme wurde ein Fragebogen erstellt, welcher am Ende der Testung zu beantworten war. Die Fragen wurden explizit für diese Art der Testung erarbeitet und stellen die Ergänzung zu den Aufnahmen dar.

Ein Fragebogen zeigt das Ende der Lernkurve auf und bietet die Möglichkeit Anmerkungen welche sich im Nachhinein, nach kurzer Bedenkzeit, ergeben, festzuhalten. Aussagekräftig ist diese Form der Testung nur in ihrer Gesamtheit.

### Der Fragebogen

Ein Fragebogen dient der Beurteilung der Usability und User Experience (UX). Es soll zum einen die einfache Bedienbarkeit des Assistenzsystems (Usability) untersucht werden, zum anderen soll auch getestet werden, ob Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen gerne mit diesem System arbeiten möchten (UX). Die Erkenntnisse aus dem Fragebogen in Kombination mit der Auswertung der Testung fließen in die Weiterentwicklung des Projektes mit ein. (siehe Kapitel 2.5.2)

Den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen muss auch kommuniziert werden, dass ihre Anmerkungen und Empfindungen in das Projekt miteinfließen. Im Fragebogen wurde dies in den einleitenden Worten wie folgt festgehalten: „Nehmen Sie sich Zeit für die Beant-

<sup>129</sup> [Eigene Illustration]

wortung der Fragen und fügen Sie gerne zusätzliche Anmerkungen hinzu. Ihre Rückmeldungen werden auch in die Weiterentwicklung des Projektes mit einfließen!“<sup>130</sup> Auch wenn dem Entwicklungsteam von Anfang an bewusst ist, was eine partizipative Gestaltung bedeutet, nämlich dass die Anmerkungen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen kontinuierlich in das Projekt mit einfließen, sollte es auch den Testpersonen noch einmal explizit mitgeteilt werden. Es erhöht die Motivation bei der Testung und führt auch zu einer verbesserten Akzeptanz des Endproduktes.

Der verwendete Fragebogen besteht aus fünf verschiedenen Fragen, welche nach dem in Kapitel 2.5.2 Usability und UX Testung beschriebenen Bewertungsmuster angekreuzt werden konnten. Zusätzlich zu diesem Bewertungsmuster wurde genügend Platz gelassen, um zusätzlich Anmerkungen festhalten zu können. (siehe Anhang 6.1)

Die Fragen wurden nach dem Gestaltungsgrundsatz Orientierung, Vollständigkeit und Verstehen und Behalten erstellt und um eine Frage zur intuitiv verständlichen Bedienung und einer persönlichen Bewertung des Systems erweitert.

Die fünf Punkte des Fragebogens lauten:

- Das Assistenzsystem bietet alle Funktionen und enthält alle Informationen, um die anfallenden Aufgaben effizient bewältigen zu können.
- Mir ist zu jedem Zeitpunkt bewusst, wo im Informationsraum ich mich gerade befinde (Wo bin ich? Wie bin ich hierhergekommen? Wie komme ich zurück?).
- Die Menüführung des Assistenzsystems ist intuitiv verständlich. Die einzelnen Elemente des Menüs sind einfach zu verstehen und logisch angeordnet.
- Das Assistenzsystem erfordert nicht, dass ich mir viele Details merken muss.
- Ich kann mir vorstellen mit einem solchen Assistenzsystem gut und gerne zu arbeiten.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei dem verwendeten Fragebogen um keine vollständige Usability und User Experience Bewertung, sondern nur um eine Ergänzung zu der durchgeführten Testung. Sollte eine reine Befragung mittels Fragebogen gewünscht werden, muss dieser deutlich umfangreicher gestaltet werden. Für weitere Hinweise zur Gestaltung von Usability und User Experience Fragebögen sei auf einschlägige Fachliteratur zu diesem Thema verwiesen.

### 4.5.3 Die Ergebnisse und deren Auswertung

Die Ergebnisse der Befragung von sechs Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen wurden sorgfältig ausgearbeitet. Aufgrund der Teilnehmerzahl und der Tatsache, dass es sich um eine firmeninterne Entwicklung eines Informationsassistenzsystems für die Mitar-

---

<sup>130</sup> [Originaltext aus dem Fragebogen, siehe Anhang 6.1]

beiter und Mitarbeiterinnen des eigenen Hauses handelt, wurden alle Ergebnisse qualitativ und qualitativ bewertet. Der arithmetische Mittelwert (MW) mit der dazugehörigen Standardabweichung (SA) in Tabelle 5 dient der Abschätzung der allgemeinen Stimmung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen.

**Das Assistenzsystem bietet alle Funktionen und enthält alle Informationen, um die anfallenden Aufgaben effizient bewältigen zu können.**

Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6	MW	SA
2	1	3	3	3	4	2,67	0,94

**Mir ist zu jedem Zeitpunkt bewusst, wo im Informationsraum ich mich gerade befinde (Wo bin ich? Wie bin ich hierhergekommen? Wie komme ich zurück?).**

Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6	MW	SA
2	2	3	4	4	4	3,17	0,9

**Die Menüführung des Assistenzsystems ist intuitiv verständlich. Die einzelnen Elemente des Menüs sind einfach zu verstehen und logisch angeordnet.**

Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6	MW	SA
1	/	3	3	3	4	2,8	0,98

**Das Assistenzsystem erfordert nicht, dass ich mir viele Details merken muss.**

Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6	MW	SA
1	2	3	3	4	4	2,83	1,07

**Ich kann mir vorstellen mit einem solchen Assistenzsystem gut und gerne zu arbeiten.**

Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6	MW	SA
1	2	4	3	3	4	2,83	1,07

**Tabelle 5: Ergebnisse des Fragebogens**

Bei der Auswertung der Daten des Fragebogens fällt sofort auf, dass unterschiedliche Testpersonen das Arbeiten mit dem Klickdummy deutlich unterschiedlich bewerten. Die Zahlenwerte aus Tabelle 5 ergeben sich aufgrund des Bewertungsmusters und müssen auch in diesem Kontext verstanden werden. Abbildung 49 zeigt die bereits in Kapitel 2.5.2 Usability und UX Testung vorgestellte Bewertungsmethode.

trifft nicht zu  <sup>1</sup>  <sup>2</sup>  <sup>3</sup>  <sup>4</sup> trifft voll und ganz zu  Keine Antwort

**Abbildung 49: Erinnerung Bewertungsskala<sup>131</sup>**

Wird der Mittelwert der befragten Testpersonen herangezogen, kann angenommen werden, dass die Bewertung eher positiv ausgefallen ist. Wenn jedoch die einzelnen Testpersonen gesondert betrachtet werden zeigt sich, dass der Klickdummy nicht bei allen Personen gut angekommen ist.

Die Anmerkungen zu den einzelnen Fragen geben eine erste Abschätzungsmöglichkeit an. Diese sind im Folgenden sinngemäß dokumentiert:

- Fotos des Produktes sollten hinzugefügt werden.
- Die Fotos sollten zu jeder Sachnummer zur Verfügung gestellt werden.
- Eine bildliche Dokumentation sollte zu jedem Arbeitsschritt verfügbar sein.
- Mehr Informationen müssen detaillierter im System vorhanden sein.
- Für bestimmte Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen muss sich Zeit genommen werden für eine Schulung.
- Eine Reparaturdatenbank beziehungsweise Analyse sollte dem Assistenzsystem hinzugefügt werden.

Interessant ist die Tatsache, dass Testpersonen den Klickdummy entweder durchgehend eher positiv oder eher negativ bewertet haben. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig nicht nur rein einen Mittelwert zur Beurteilung heranzuziehen, sondern sich auch mit den Empfindungen jeder einzelnen Person auseinanderzusetzen. Jede Person bringt ihre eigenen Vorerfahrungen und persönlichen Präferenzen mit. Auch wenn davon ausgegangen werden kann, dass keine hundertprozentige Zufriedenheit bei allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen erreicht werden kann, sollte es im Sinne einer intuitiv bedienbaren graphischen Oberfläche zumindest versucht werden. Die doch zum Teil sehr unterschiedlichen Meinungen und Empfindungen der Testpersonen ermöglichen auch eine differenzierte Sicht auf das Thema.

Die Auswertung der in den Videos geäußerten Kommentare zeigt, wie wichtig die Aufzeichnung der Testung ist. Die unterschiedlichen Bewertungen im Fragebogen erklären sich aus den im Video geäußerten Kommentaren. Auch die Gesichtsausdrücke der Testpersonen zeigen die Meinung zu gewissen Punkten sehr deutlich.

Alle Testpersonen waren sehr engagiert und motiviert bei der Mitarbeit an der Usability und User Experience Testung. In manchen Situationen konnte den Testpersonen eine gewisse Skepsis dem Programm gegenüber angesehen werden. In anderen Situationen war durchaus eine gewisse Neugierde auf das neue Programm allgegenwärtig.

---

<sup>131</sup> [Eigene Illustration]

Durch eine freundliche und kompetente Moderation konnten die meisten Funktionen des Klickdummys sehr gut analysiert werden.

Aus den Kommentaren und dem Verhalten der Testpersonen ging auch hervor, dass verschiedene Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen oftmals sehr unterschiedlich geübt im Umgang mit Computerprogrammen sind. Dies erklärt auch zum Teil die doch sehr unterschiedliche Bewertung des Klickdummys.

Zur Erstellung des Klickdummys wurde ganz bewusst ein spezielles Produkt betrachtet. Zum einen um einen Startpunkt zu dem Projekt zu finden, welches den ersten Schritt zu einer agilen Entwicklung darstellt und zum anderen, weil es sich um einen komplexeren Prozess handelt. Von verschiedenen Testpersonen wurde sofort bemerkt, dass es sich nicht um ein vollständiges Programm handelt und somit auch nicht alle Funktionen sowie Inhalte verfügbar sind.

Die Strukturierung der Daten wurde von den meisten sofort und von allen nach einem kurzen Hinweis des Moderators verstanden. Dieses Ergebnis deckt sich sehr gut mit den im Vorfeld abgesprochenen Erwartungen des Entwicklungsteams.

Die Farbgestaltung wurde von keiner der Testpersonen kommentiert. Dies ist durchaus als positives Wohlwollen zu werten, da eine unpassende oder unverständliche Gestaltung sofort zu einem Kommentar geführt hätte. Hierbei sei allerdings auch anzumerken, dass die Farbauswahl sich nach den Farben der Firma richtete und somit allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen aus dem Logo und der bereits vorhandenen Unterlagenmappe bereits bekannt war.

Die Testpersonen legten besonderes Augenmerk auf ihren jeweiligen Arbeitsschritt. Es ist somit von großem Vorteil Personen aus unterschiedlichen Abteilungen auszuwählen. Gewisse Arbeitsschritte sind in dem ersten Klickdummy nicht allzu ausführlich dargestellt oder kommen bei diesem einen Produkt ohne spezielle Arbeitsanweisungen aus, was sofort bemerkt und kommentiert wurde. Diese Kommentare stellen den Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung des Assistenzsystems dar.

## 5 Conclusio

In der Conclusio sollen alle Ergebnisse dieser Arbeit festgehalten und bewertet werden. Die gesamte Thematik wird noch einmal kurz zusammengefasst und die wichtigsten Aspekte werden hervorgehoben.

### 5.1 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

In diesem Kapitel sollen alle Überlegungen und Ergebnisse aus dem Praxisbeispiel genauestens betrachtet und analysiert werden. Um eine umfassende Analyse der Ergebnisse aber auch der verwendeten Methoden zu gewährleisten, sind im Folgenden die unterschiedlichen Themenbereiche gesondert angeführt und werden sowohl für sich allein als auch im Kontext zueinander bewertet.

#### 5.1.1 Der Klickdummy

Ein Klickdummy, oder auch „mock-up“ genannt, stellt die Zwischenstufe des Entwicklungsprozesses dar. Er steht genau zwischen dem ersten einfachen Papierprototyp und dem bereits fast fertigen Programm. Dies kann sowohl ein Vorteil als auch ein Nachteil sein, was in Folgenden näher erläutert werden soll, je nachdem was getestet werden soll und wie weit die Überlegungen dazu bereits fortgeschritten sind.

##### 5.1.1.1 Erstellen eines Klickdummys

Das Erstellen eines Klickdummy bietet eine sehr gute Möglichkeit schnell und verhältnismäßig einfach einen Softwareprototypen zu erhalten. Überlegungen zu Design und Platzierung von Information und Elementen können sehr schnell in eine Rohversion einer Software umgewandelt werden (vgl. Kapitel 2.4.1). Ein gewisser zeitlicher Aufwand für die Erstellung ist dennoch in Betracht zu ziehen. Die Kosten für einen Klickdummy sind allerdings nicht wirklich ausschlaggebend. Bei einer bestehenden Office Lizenz kann ein Klickdummy beispielsweise in PowerPoint von einem Mitarbeiter oder einer Mitarbeiterin erstellt werden. Als Kostenfaktor kommen dann nur die Stundensätze der beteiligten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zu tragen. Hierbei sollte auf Koordinationsmeetings und Workshops mit den beteiligten Personen nicht vergessen werden. Die Kosten für etwaige Spezialsoftware oder externe Experten können bei dieser Art der Testung entfallen.

Die Erstellung eines Klickdummys erfordert auch nur Grundkenntnisse im Bereich Informatik. In PowerPoint können die im Programm integrierten Figuren verwendet werden und sowohl Elemente als auch Text mit Hyperlinks auf folgende Folien versehen werden. Eine gewisse Affinität zu graphischer Gestaltung und strukturierter Aufbereitung geometrischer Figuren ist allerdings von Vorteil.

Der Arbeitsaufwand ist proportional zur Menge der Inhalte. Wenn, wie bei BECOM, ein Produkt oder eine Produktgruppe betrachtet wird, ist ein Klickdummy, nach abgeschlossener Konzeptionsphase, schnell erstellt. Sollten mehrere Produkte und Produktgruppen auf einmal betrachtet werden, kann die Testung eines Klickdummys an ihre Grenzen stoßen. Hierbei muss auch die Frage nach der Sinnhaftigkeit gestellt werden. Ein Klickdummy ist sicher nicht die beste Option, um ein gesamtes Assistenzsystem zu erstellen und zu testen, hierzu wäre es sinnvoll, gleich das Programm zu erstellen und dann mittels einer Alpha- und Beta-Testung zu bewerten.

Ein weiterer Vorteil eines Klickdummys ist, dass dem Management schnell eine prinzipielle Strukturvorlage gezeigt werden kann. Zwischen der ersten Idee und der ersten durchdesignten graphischen Oberfläche muss nicht viel Zeit verstreichen. Für eine Präsentation oder zur Veranschaulichung des Assistenzsystems muss der Klickdummy auch nicht voll funktionsfähig sein. Somit kann sehr schnell eine durchaus vorzeigbare erste Version eines Programms erstellt werden.

### **5.1.1.2 Die Grenzen des Klickdummys**

Im Sinne einer agilen Entwicklung bietet ein Klickdummy einen guten und professionellen Startpunkt. Er ist auch deutlich eindrucksvoller als ein reiner Papierprototyp. Allerdings ist auch ein gut und aufwendig designer und gestalteter Klickdummy kein vollwertiges Programm. Nicht alle Funktionen können beziehungsweise sollten in einen Klickdummy integriert werden. Bei der Testung des Klickdummys fällt es den Testpersonen natürlich sofort auf, dass es sich nicht um ein vollwertiges Programm handelt. Dies hat den Vorteil, dass Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen frei ihre Meinung äußern und auch zum Teil deutliche Kritik aussprechen, hat aber auch den Nachteil, dass die Bewertung der Usability und User Experience durchaus schlechter ausfallen kann.

Die während der Testung geäußerte Kritik an dem System beruht zumeist auf persönlicher Erfahrung im Arbeitsprozess oder im Umgang mit Programmen im Allgemeinen und bietet somit eine sehr gute Ansatzmöglichkeit zur Verbesserung des Assistenzsystems. Auch können durch gut informierte Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen generelle Verbesserungspotentiale des Prozesses aufgedeckt werden. Wichtig ist hierbei die Unterscheidung zwischen von Testpersonen geäußelter Verunsicherung in Umgang mit dem Klickdummy resultierend aus der Gestaltung des Softwareprototyps, aus der Neustrukturierung der Daten oder aus der prinzipiellen Verwendung einer Software. Diese Fragen müssen während der Testung und in der Analyse der Ergebnisse genauestens überprüft werden.

Ein Assistenzsystem sollte so intuitiv wie nur möglich bedienbar sein. Jeder Mitarbeiter und jede Mitarbeiterin muss zumindest die grundlegendste Datenstruktur schnell verstehen können. Die Bedienung eines Klickdummys in PowerPoint kann hier schon zu

kleineren Unstimmigkeiten führen. Durch scrollen könnte versehentlich durch die Folien gewechselt werden, was zu einiger Verwunderung führen kann. Für eine spätere Implementierung des Klickdummys in die endgültige Software sollten durchaus verschiedene Programme zur Erstellung eines Klickdummys in Betracht gezogen werden.

## **5.1.2 Usability und User Experience Testung**

Die Testung der Usability und User Experience ist ein unverzichtbarer Bestandteil der Einführung eines Informationsassistenzsystems. Zum einen ermöglicht es die Gestaltung einer Software, die auch wirklich den Wünschen der damit arbeitenden Personen entspricht, zum anderen erhöht die partizipative Gestaltung die Motivation der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sich mit dem neuen System zu beschäftigen.

Durch eine Testung mit verschiedenen Personen aus verschiedenen Arbeitsbereichen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen können viele neue Eindrücke und Ideen gewonnen werden. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, welche seit Jahren gute Arbeit im Unternehmen leisten, bieten die besten Voraussetzungen für ein Gelingen des Projektes. Über Jahre erworbenes Know-how kann die Entwicklung eines Assistenzsystems und die Analyse von Arbeitsprozessen im Allgemeinen äußerst positiv beeinflussen.

### **5.1.2.1 Einschätzung der Testung bei BECOM**

Die Erstellung und anschließende Testung des Klickdummys hat einige Erkenntnisse über die Arbeitsabläufe und die damit einhergehenden Anforderungen an ein Informationsassistenzsystem sehr gut aufgezeigt. Die Testpersonen waren alle sehr motiviert und es konnte ihnen angesehen werden, dass ihnen sowohl das Projekt Assistenzsystem als auch die Firma BECOM sehr am Herzen liegt. Ein den Bedürfnissen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen entsprechendes Informationsassistenzsystem führt auch zu einer Arbeitserleichterung.

Sinn einer Usability und User Experience Testung eines Klickdummys ist es, so viel Information wie möglich zu sammeln, um ein weiteres Voranschreiten des Projektes sicher zu stellen. Diese Aufgabe wurde von den Testpersonen sehr gut erfüllt. Die Wünsche, Bedenken und Anmerkungen der Testpersonen geben einen sehr guten Einblick in deren Arbeitsalltag und deren Erwartungen an ein neues Assistenzsystem.

Die geäußerte Skepsis der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen ist nicht verwunderlich. Bei Veränderungen im Produktionsablauf, in der verwendeten Software oder bei der Anschaffung neuer Maschinen werden sich immer kritische Stimmen äußern. Diese sollen nicht das Ende eines Projektes darstellen aber durchaus ernst genommen werden. Eine gute Mischung aus Push- und Pull-Faktoren ermöglicht es einem Unternehmen kontinuierlich voran zu streben und am Weltmarkt Bestand zu haben. Als Push-Fakto-

ren sind in diesem Kontext die neuen Technologien zu verstehen, welche in den Produktionsbereich drängen, während Pull-Faktoren die Anforderungen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, welche neue Technologien ins Unternehmen ziehen, darstellen.

Die genaue Auswertung der Usability und User Experience, mit den originalen Dokumenten des Produkts, hat ergeben, dass der nächste Schritt im Entwicklungsprozess die Erstellung eines vollwertigen Programms darstellt. Die Anmerkungen aus der Testung können direkt im fertigen System integriert und dieses anschließen mittels der in Kapitel 2.4.1 vorgestellten Alpha- und Betatestung erneut evaluiert werden.

Die Erstellung eines Softwareprototypen mittels mehrerer Iterationsschritte hat sich als sehr effektiv erwiesen. Ab einem gewissen, durchaus selbstbestimmten Punkt im Projekt sind genug Informationen bekannt, um den nächsten Schritt einzuleiten. Das Abbruchkriterium, ab welchem die Iterationsschritte in der Prototypentwicklung als abgeschlossen gelten, muss vom Entwicklungsteam selbst bestimmt werden. Je nach den Ergebnissen und deren Interpretation muss entschieden werden, wie mit den gesammelten Informationen umgegangen wird. Es sei hier festgehalten, dass nicht ein Softwareprototyp optimiert, sondern genügend Information gesammelt werden soll um ein endgültiges Informationsassistenzsystem zu erstellen.

### **5.1.2.2 Adaption an die interne Entwicklung**

Die meisten Konzepte zum Thema Gestaltung einer graphischen Oberfläche und Testung der Usability und User Experience beziehen sich auf externe Kunden und Kundinnen des Unternehmens. Auch wenn diese Theorien und Ansätze eine gewisse Allgemeingültigkeit aufweisen, müssen sie dennoch an die Entwicklung für einen internen Kunden, sprich die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Unternehmens, adaptiert werden.

Bei den Überlegungen zu Farbgestaltung, Formen und Icons müssen firmeninterne Bestimmungen und historisch bedingte best-practice Beispiele berücksichtigt werden. Auch wenn es einschlägige Fachliteratur zur Farb- und Formgestaltung gibt, können firmenintern durchaus andere Assoziationen hergestellt werden. Bei der Gestaltung eines Assistenzsystems müssen diese berücksichtigt werden.

Die firmeninterne Testung einer Software weist auch gewisse Unterschiede zu der externen Testung auf. Zum einen sollten keine betriebsfremden Personen zur Testung herangezogen werden, da diese später nicht mit dem System arbeiten, zum anderen kennen sich die Testpersonen und das Entwicklungsteam bereits, was auch eine andere Art der zwischenmenschlichen Kommunikation zur Folge hat. Aus genau diesen Gründen wurde die moderierte Testung des Assistenzsystems gewählt. In der Konstellation wie sie bei der Testung bei BECOM anzutreffen war, hat dies sehr gut funkti-

oniert und konnte sehr brauchbare Ergebnisse erzielen. In einem anderen Unternehmen oder bei einer anderen Teamzusammensetzung kann eine andere Form der Testung durchaus sinnvoll sein.

### **5.1.2.3 Verbinden von Videoaufnahmen und Fragebogen**

Die Testung sowohl per Video aufzuzeichnen als auch per Fragebogen auswerten zu lassen hat sich als äußerst produktiv erwiesen. Der aus dem Video gewonnene Eindruck konnte gut durch die Auswertung des Fragebogens bestätigt werden. Im Gegenzug dazu konnten die Bewertungen im Fragebogen konkreten Aussagen oder Gesichtsausdrücken der Testpersonen zugeordnet werden.

Die Kombination der zwei Testungsmethoden kann sehr gut den Kontext zur Bewertung aufzeigen. Eine bestimmte negative Bewertung im Fragebogen konnte sofort der Sorge fehlender Schulungsmaßnahmen für Personen mit weniger Erfahrung im Arbeiten mit Computern zugeordnet werden. Dieser Kontext ist sehr wichtig im Bewerten der Gestaltungskriterien. Es macht einen großen Unterschied, ob etwa ein Design nicht verständlich ist oder die Angst davor, die Bearbeitungsschritte im neuen System nicht sofort in jedem Produkt verstehen zu können ausschlaggebend für eine negative Bewertung der Usability und User Experience ist.

### **5.1.2.4 Methode der Auswertung**

Eine statistische Auswertung mittels Mittelwerts und Standardabweichung kann einen guten Eindruck über die Meinung einer großen Anzahl von Testsubjekten geben. Bei kleineren Stichproben ist es mathematisch nicht vertretbar, rein mit statistischen Mitteln zu arbeiten. Aufgrund der kleinen Testgruppe aber auch der Aussagekraft der Kommentare der Testpersonen wurde jede Bewertung für sich betrachtet. Diese Art der Auswertung bringt den großen Vorteil mit sich, dass sowohl jede Aussage der Testpersonen gehört wird als auch, dass keine wichtige Information verloren geht.

Der wahrscheinlich größte Vorteil der internen Testung mit Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der eigenen Firma besteht in der guten Kommunikation. Die beschriebenen Begeisterungsanforderungen an ein Produkt werden oftmals nicht kommuniziert. Im wertschätzenden Gespräch des Entwicklungsteams mit den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen aus der Produktion können diese allerdings durchaus rasch formuliert werden.

### **5.1.2.5 Agile Entwicklung vs. Projektmanagement**

Die Kombination aus beiden Methoden kann zu sehr guten Ergebnissen führen. Ein gewisses Maß an Projektmanagement und die Einhaltung gewisser Meilensteine wie zum Beispiel ein Lastenheft garantieren einen geordneten Ablauf des Projektes. Ein sogenanntes „Wunschkonzert“ aller Beteiligten aber auch nicht direkt beteiligten Per-

sonen und Abteilungen kann somit einem sinnvoll ausgearbeiteten Anforderungskatalog weichen. Die reine Entwicklung der Software hingegen sollte durchaus mit agilen Methoden von statten gehen. Das schnelle Reagieren auf geänderte Anforderungen und das Miteinbeziehen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen fördert ein schnelles und auch für die Kunden und Kundinnen des Systems geeignetes Assistenzsystem.

## 5.2 Zusammenfassung

Die kontinuierlich voranschreitende Digitalisierung der Welt und der Menschen auf ihr findet ihren Weg in die produzierenden Unternehmen. Als Reaktion auf eine steigende Produkt- und Variantenvielfalt bieten Informationsassistenzsysteme eine gute Möglichkeit zur Reduzierung der kognitiven Belastung in der Produktion. Immer lauter wird der Ruf nach eigens vom und für das eigene Unternehmen entwickelter Software. Zum einen kann das interne Know-how genutzt werden, um die benötigten Anforderungen zu erfüllen, zum anderen bleibt neuerworbenes Wissen im Unternehmen. Das Unternehmen BECOM hat sich zu einer Eigenentwicklung eines Informationsassistenzsystems entschieden und wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit dabei in den Anfängen unterstützt.

Die partizipative Gestaltung eines Informationsassistenzsystems durch Einbeziehen der eigenen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen stellt die wohl effektivste Methode der Eigenentwicklung dar, denn Know-how und Erfahrung von langjährigen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen ist eine Ressource, welche auch genutzt werden sollte. Von der ersten Idee eines Assistenzsystems bis zur Testung des endgültigen Systems kann durch eine partizipative Gestaltung sichergestellt werden, dass ein Produkt entwickelt wird, welches von den Kunden und Kundinnen des Prozesses auch wirklich gewünscht wird und diese auch so unterstützt, wie es erforderlich ist.

Der Entwicklungsprozess eines Informationsassistenzsystems orientiert sich an der Ausgereiftheit der Überlegungen. Abbildung 50 zeigt die unterschiedlichen Schritte, welche zur Entwicklung eines Systems notwendig sind.

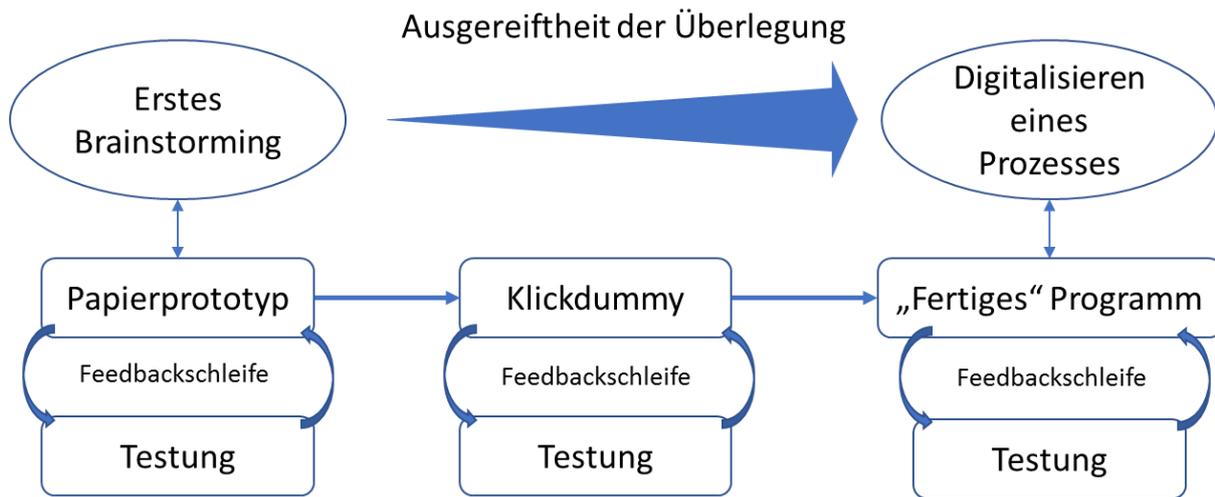


Abbildung 50: Ausgereiftheit der Überlegungen<sup>132</sup>

Die Erstellung eines vollständigen Systems sollte erst nach klarer Definition der Anforderungen und Ziele erfolgen. Softwareprototypen ermöglichen es, bereits frühe Stadien der Überlegungen zu testen und einen effizienten Entwicklungsprozess zu gewährleisten. Die Erstellung und Testung eines in Abbildung 50 dargestellten Klickdummys stellen ein zentrales Thema dieser Arbeit dar.

Abbildung 51 zeigt die Themengebiete, welche die Entwicklung eines Softwareprototyps, dessen Testung und Evaluierung beinhalten.

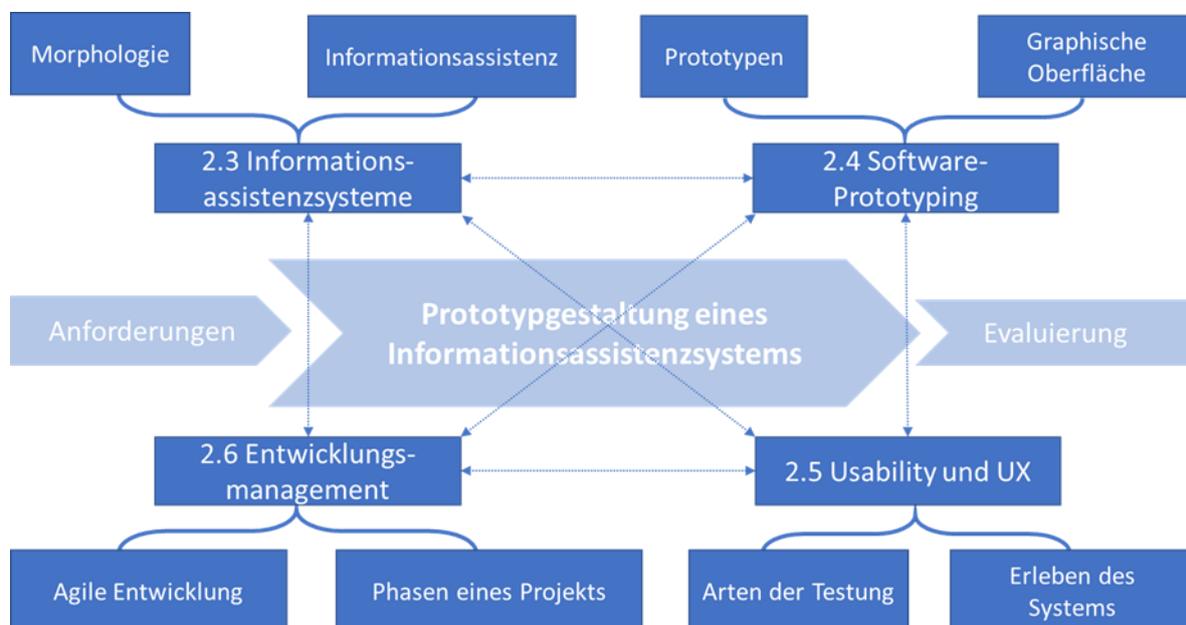


Abbildung 51: Themengebiete der Prototypentwicklung<sup>132</sup>

<sup>132</sup> [Eigene Illustration]

Die in Abbildung 51 dargestellten Themenbereiche zur Prototypgestaltung eines Informationsassistenzsystems stehen in Wechselwirkung zueinander. Entwicklungsmanagement, Software-Prototyping, Wissen über Informationsassistenz und Usability und User Experience (UX) interagieren untereinander. Die Auswahl der in dieser Diplomarbeit behandelten Themen ergibt sich aus deren Anwendung bei BECOM. Die gewählte Struktur der Projektdurchführung, nämlich eine eher dem Projektmanagement folgende Struktur des Entwicklungsprozesses mit Einbeziehung agiler Elemente, ermöglichte eine gute und schnelle Zusammenarbeit mit dem Entwicklungsteam in Hochstraß. Auch bei noch nicht vollständiger Anforderungsliste an ein Informationsassistenzsystem kann an einem konkreten Produkt mit der Entwicklung eines Systems begonnen werden. Die Entwicklung läuft in mehreren Iterationsschritten ab und eine kurze Feedbackschleife (siehe Abbildung 50) führt somit zu schnellen Optimierungen.

Die Idee eines Assistenzsystems muss gut präsentiert werden können. Alle im Entwicklungsprozess beteiligten Personen aber auch das Management des Unternehmens müssen wissen an welchem Assistenzsystem gearbeitet wird. Die Einteilung eines Systems anhand der Morphologie für Assistenzsysteme ermöglicht eine einfache und schnelle Darstellung eines komplexen Sachverhaltes. Mit einem schnellen Blick auf eine Tabelle können so die Herausforderungen des jeweiligen Arbeitsplatzes und die Anforderungen an das Assistenzsystem verdeutlicht werden.

Ein Informationsassistenzsystem unterstützt den Menschen, indem es relevante Informationen in der richtigen Granularität und zum richtigen Zeitpunkt bereitstellt. Es unterstützt arbeitende Personen bei deren kognitiven und auch manuellen Tätigkeiten und sichert somit ein effektives Arbeiten und die Vermeidung von Überbelastung der arbeitenden Menschen. Bei der Mensch-Maschine Interaktion kommt der Gestaltung der Schnittstelle besondere Bedeutung zu, da sie wesentlichen Einfluss auf Funktion, Effizienz und Akzeptanz durch den Menschen hat.

Die Mensch-Maschine Schnittstelle in der industriellen Produktion ist vorwiegend durch mechanische Eingaben (z.B. mittels Tastatur und Maus) und visuelle Darstellung über Kontrollanzeigen, zunehmend auf Bildschirmen, geprägt.<sup>133</sup> Die Anforderungen an eine graphische Oberfläche eines Informationsassistenzsystems sind im Folgenden in komprimierter Weise dargestellt:

- Einfache Bedienbarkeit
- Intuitiv verständliche Strukturierung der Daten
- Übersichtliche Oberfläche
- Eindeutige Informationsbereitstellung
- Einfache Produktionsrückmeldungen
- Anzeigen von Bildern und Videos

---

<sup>133</sup> [Gorecky, D., Schmitt, M., & Loskyll, M. (2017)]

Die Gestaltung einer graphischen Oberfläche erfolgt nach den grundlegenden Prinzipien der Orientierung, Vollständigkeit und dem Verstehen und Behalten von Information. Jeder Mitarbeiter und jede Mitarbeiterin muss sofort verstehen, wo im Informationsraum er oder sie sich befindet und ob alle Informationen vollständig dargestellt werden. Die Inhalte müssen so gestaltet sein, dass sie sofort verstanden werden und einfach zu merken beziehungsweise schnell abzurufen sind. Auch die Verwendung von Icons, bestimmten Farben und bestimmten Formen muss auf firmeninterne Gegebenheiten angepasst werden. Bei einem Assistenzsystem für den firmeninternen Gebrauch kommen zusätzlich zur Farbpsychologie im Allgemeinen noch Überlegungen zur Farbauswahl innerhalb des Unternehmens im Rahmen der „Corporate Identity“ zur Anwendung. Oft sind gewissen Produkten oder Prozessschritten bereits verschiedene Farben zugeordnet.

Ein Klickdummy stellt eine gute Möglichkeit dar, um die Überlegungen bezüglich der Gestaltung einer graphischen Oberfläche zu testen. Ein Klickdummy wird auch als Mock-up bezeichnet. Es handelt sich um eine funktionale Attrappe, welche eine Testung des Aufbaus eines Systems zulässt.<sup>134</sup>

Usability und User Experience (UX) werden herangezogen, um die Gestaltung des Prototyps zu testen und zu evaluieren.

Die Usability oder auch Gebrauchstauglichkeit beschäftigt sich mit den Fragen nach der Erfüllung aller funktionalen Voraussetzungen, nach dem Ausgereiftheitsgrad des Systems und dessen einfacher Bedienbarkeit. Die zentrale Fragestellung zur Usability lautet: „Kann mit dem System gut und zufriedenstellend gearbeitet werden?“

Die User Experience (UX) erfasst zusätzlich die Fragen nach dem Erleben der Nutzung des Systems. Die zentrale Fragestellung zur User Experience lautet: „Wird gerne mit dem System gearbeitet?“

Eine gute Usability und User Experience zeichnet sich durch Arbeitserleichterungen, Qualitätssteigerungen, MitarbeiterInnenzufriedenheit und einem positiven Erleben des Assistenzsystems aus.

### **Erkenntnisse aus dem Prototyping bei BECOM**

Die firmeninterne Testung einer Software weist Unterschiede zu einer externen Testung auf. Zum einen sollten keine betriebsfremden Personen zur Testung herangezogen werden, da diese später nicht mit dem System arbeiten, zum anderen kennen sich die Testpersonen und das Entwicklungsteam bereits, was auch eine andere Art der zwischenmenschlichen Kommunikation zur Folge hat. Aus genau diesen Gründen

---

<sup>134</sup> [Hauser, T. (2015)]

wurde die moderierte Testung des Assistenzsystems gewählt. Die Testung der Usability und User Experience eines Softwareprototyps eines Informationsassistenzsystems durch eine Videoaufzeichnung und einen anschließenden Fragebogen stellt eine gute Evaluationsmethode dar, um ein Projekt effizient und effektiv durchzuführen.

Die Strukturierung der Daten mittels eines Strukturbaums an der linken Bildschirmseite und die farbliche Markierung, nach firmenspezifischen Gegebenheiten, aktiver, inaktiver und nicht verfügbarer Elemente gewährleistet eine intuitiv verständliche Darstellung der Inhalte. Die Verwendung eines Rückmeldeicons in Verbindung mit einer textuellen Beschreibung, in Anlehnung an die gängige Darstellung von Apps auf einem Smartphone, kann intuitiv schnell verstanden werden.

Eine step-by-step Anleitung welche Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen Schritt für Schritt durch eine Anleitung führt, führt bei komplexen Anleitungen dazu, dass selbst ungeübte Personen schnell zurechtkommen.

Die Testung der Usability und User Experience hat auch sehr deutlich aufgezeigt, dass unterschiedliche Personen auch unterschiedlich geübt im Umgang mit Software sind. Hier sei auf notwendige Schulungsmaßnahmen im Zuge der Implementierung eines Informationsassistenzsystems verwiesen. Auch eine sehr intuitiv bedienbare Software wird nicht von jedem Mitarbeiter oder jeder Mitarbeiterin sofort verstanden. Diesen Personen muss eine besondere Aufmerksamkeit zukommen. Eine gut gestaltete Hilfefunktion im Programm erleichtert zusätzlich zu einer guten Schulung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen den Umgang mit einem neuen Programm.

### **Persönliches Resümee**

Die Gestaltung eines Informationsassistenzsystems ist eine durchaus komplexe Aufgabe. Eine lange Literaturrecherche und ein intensives Beschäftigen mit der Thematik bei BECOM vor Ort und privat waren nötig, um einen Startpunkt für diese Arbeit zu finden. Die ausgewählten Themengebiete wurden nach Kriterien der Wissenschaftlichkeit dieser Arbeit aber vor allem auch nach Kriterien der Relevanz für die Durchführung dieses Projektes ausgewählt. Diese Diplomarbeit soll einen ersten Anhaltspunkt für Personen, welche sich mit der Thematik Eigenentwicklung eines Informationsassistenzsystems auseinandersetzen, geben.

Wie bereits mehrfach in dieser Arbeit angemerkt, soll die besondere Bedeutung der partizipativen Gestaltung eines Systems hervorgehoben werden. Mitarbeiter und Mitarbeiterin eines Unternehmens sind die wichtigste Ressource. Mit ihnen steht und fällt der Erfolg eines Unternehmens. Know-how der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in die Entwicklung einfließen zu lassen erhöht die Effektivität eines Assistenzsystems und bereitet diese auch sehr gut auf den späteren Umgang damit vor.

Wie agil oder „klassisch“ die Projektdurchführung gewählt wird, ist von den Mitgliedern des Entwicklungsteams abhängig. Unterschiedliche Konstellationen erfordern unterschiedliche Projektparameter. Diese Arbeit soll keine Wertung der vorgestellten Methoden per se darstellen, sondern hervorheben, wie mit Hilfe dieser dieses Projekt mit dem bestehenden Team gut abgewickelt werden konnte.

Die Thematik Informationsassistentz gewinnt immer mehr an Bedeutung. Auch die Strömungen in Richtung Eigenentwicklung eines, auf die spezifischen Bedürfnisse des Unternehmens angepassten Assistenzsystems werden Einfluss auf die Produktion der Zukunft haben. Die bestmögliche Unterstützung von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen aber auch der Prozesse in einem Unternehmen in einem System ist ein sehr anstrengenswertes Ziel.

### **5.3 Status des Umsetzungsprojekts**

Für BECOM wurde nach den in dieser Arbeit genannten Kriterien ein Prototyp erstellt und getestet. Für die Testung im Unternehmen mit den eigenen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen wurde ein Produkt ausgewählt und dieses vollständig in einem Klickdummy dargestellt. Aus Gründen des Datenschutzes wurden diese Originaldokumente nicht in die Diplomarbeit hineingenommen. Für BECOM allerdings wurde ein erster Softwareprototyp mit vollständiger Informationsaufbereitung und -darstellung entwickelt und getestet.

Eine vollständige Analyse des Prototyps und der Usability und User Experience Testung wurde BECOM präsentiert. In einer anschließenden Diskussion wurde das weitere Vorgehen im Projekt besprochen.

Die Bewertung der Usability und User Experience des Klickdummys stellt die Grundlagen für die Softwareentwicklung des endgültigen Informationsassistentzsystems dar. Die so gewonnenen Erkenntnisse bilden nun die Vorgaben für das weitere Vorgehen im Projekt. Die Handlungsempfehlung, welche in diesem Kapitel vorgestellt wird, stellt auch das weitere empfohlene Vorgehen für BECOM dar.

Nach erfolgter Evaluation des Designs und Inhaltes des Informationsassistentzsystems stellen die Softwareentwicklung und die Einführung des Systems die nächsten Schritte dar. Die Weiterentwicklung der Erkenntnisse und Ideen aus den Prototypen in eine vollständig funktionsfähige Software und deren Implementierung in das Unternehmen ist nicht mehr Teil dieser Arbeit. Die nächsten Schritte obliegen allein der Verantwortung von BECOM. In Abbildung 52 wird dieser Umstand durch die rote Markierung verdeutlicht.

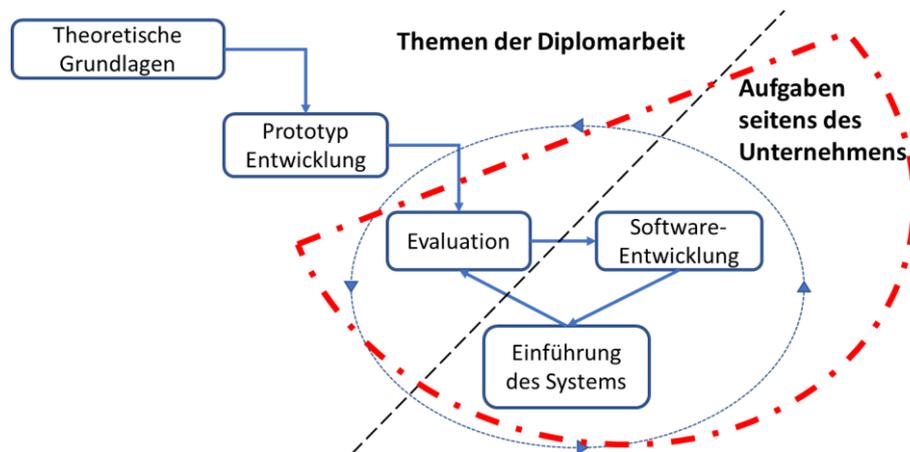


Abbildung 52: Ausblick<sup>135</sup>

Bei einem klassischen Ansatz der Entwicklungsdurchführung stellt das in Kapitel 2.6.1 vorgestellte Pflichtenheft den nächsten Schritt dar. Die Ergebnisse aus der Testung des Prototyps in Kombination mit den im Lastenheft definierten Anforderungen ergeben die Ziele für das Pflichtenheft.

### Ziele des Pflichtenheftes

Die vorläufigen Ziele des Pflichtenheftes wurden im Vorfeld dieser Diplomarbeit bereits herausgearbeitet. Ein Auszug zum Thema Ziele des Pflichtenheftes, ist im Anhang 6.2 dieser Arbeit beigefügt.

Die bisher formulierten Ziele nach Eindeutigkeit der Informationsbereitstellung, Flexibilität des Systems und Bestätigung von Arbeitsanweisungen werden durch die Abgrenzungskriterien und Nicht-Ziele ergänzt. Die verwendeten Datenformate müssen auf die wirklich benötigten eingegrenzt werden. Es soll auch keine Übergangslösung geschaffen werden, sondern ein neues System.

Diese Liste muss nun anhand der Erkenntnisse aus der Usability und User Experience Testung vervollständigt werden und deren Umsetzung muss festgeschrieben werden. Entscheidet man sich für eine vollständig agile Entwicklung, kann das Erstellen eines Pflichtenheftes entfallen. Die Ziele und deren Erreichungsmethoden sollten allerdings trotzdem festgehalten werden. Dies stellt sicher, dass alle am Projekt beteiligten Personen wissen, worauf das Hauptaugenmerk der Softwareentwicklung liegt.

Entsprechend der Vorgehensweise bei der Evaluierung eines Prototyps kann und sollte wie in Abbildung 53 dargestellt, die Entwicklung einer Software für ein Informationssystem mittels Feedbackschleifen regelmäßig und agil getestet werden. Dabei kommen dieselben Gestaltungsgrundsätze und Prinzipien zur Anwendung wie sie in dieser Arbeit vorgestellt wurden.

<sup>135</sup> [Eigene Illustration]

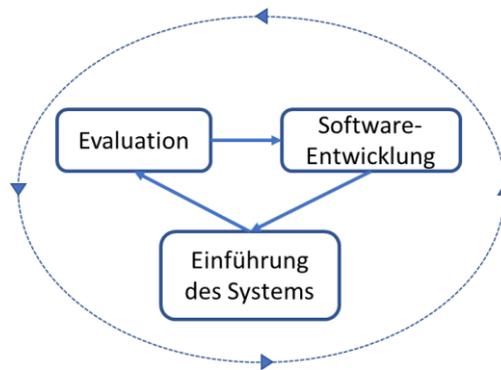


Abbildung 53: Agile Feedbackschleife<sup>136</sup>

## 5.4 Ausblick

Wo das Customizing der off-the-shelf Lösung endet, beginnt die Eigenentwicklung eines Assistenzsystems. Durch immer komplexer werdende Prozesse in einem Unternehmen werden auch die Anforderungen an ein Informationsassistenzsystem immer spezieller. Eine partizipative Eigenentwicklung eines Prototyps und anschließend des Systems stellt sicher, dass firmeninterne Prozesse und Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen optimal unterstützt werden. Die Entwicklung einer Software auf den Ergebnissen eines Prototyps, erfordert eine große Expertise auf diesem Gebiet und sollte von der IT-Abteilung des jeweiligen Unternehmens durchgeführt werden. Die Agilen Methoden, welche in diesem Entwicklungsprozess zur Anwendung kommen, umfassen mehr wie die bereits vorgestellten. Hier sei auf die Expertise der IT-Spezialisten und auf weitere Fachliteratur verwiesen.

### Testung der Software auf Usability und User Experience

Die entwickelte Software muss vor der endgültigen Einführung des Systems noch einmal auf Usability und User Experience hin getestet werden. Die Testung erfolgt nun sinnvollerweise als Alpha- und Betatestung eines fertigen Programms (siehe Kapitel 2.5.2 fertiges Programm). Hier empfiehlt es sich in kurzen Abständen die in Kapitel 4.5.1 vorgestellte Methode der Testdurchführung anzuwenden. Die Kombination aus Bild- und Tonaufnahme mit anschließendem Fragebogen hat sich als sehr nützlich herausgestellt und sollte wiederverwendet werden.

Werden bei der Testung nicht die gewünschten Ergebnisse erzielt, muss die Software noch einmal eine Bearbeitungsschleife mit anschließender Testung durchlaufen. An diesem Punkt des Projektes ist es wichtig, dass die Software voll und ganz den Anforderungen entspricht, um einen effektiven Betrieb des Assistenzsystems gewährleisten zu können.

<sup>136</sup> [Eigene Illustration]

## Zusätzliche Herausforderungen

Die Testung einer vollständigen Software ist deutlich komplexer als die eines Prototyps. Zusätzlich zur Usability und User Experience müssen auch rein technische Anforderungen berücksichtigt werden. Der Rechenaufwand, die vorherrschende Serverinfrastruktur und die Verknüpfung mit bereits implementierter Software sind genau zu bewerten und zu berücksichtigen. Erst wenn alle Themen geklärt sind, kann mit der Implementierung der neuen Software begonnen werden.

Auch wenn die meisten Aspekte bereits in der Testphase des Systems formuliert und bewertet wurden, kann die endgültige Implementierung einer neuen Software zuvor noch nicht bekannte Probleme beinhalten. Da nicht alle in einem Unternehmen verwendeten Programme Eigenentwicklungen sind, muss mit den Herstellern dieser Software Kontakt aufgenommen werden. Gewisse Herausforderungen sind nicht nur von der firmeninternen IT-Abteilung zu bewältigen, sondern benötigen zusätzliche externe Expertise.

## Betrieb des Systems

Nach erfolgter Implementierung muss das Assistenzsystem auch weiterhin betreut und bewertet werden (siehe Kapitel 2.6.1 Umsetzung und Controlling). Die Prinzipien eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) kommen auch hier zur Anwendung. Abbildung 54 beschreibt, wie die partizipative Gestaltung auch bei der Einführung des Systems Anwendung finden sollte.



Abbildung 54: partizipative Gestaltung im Projekt<sup>137</sup>

Auch ein bereits implementiertes Informationsassistenzsystem sollte kontinuierlich verbessert werden. Die Partizipation aller beteiligten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, sei es seitens des Entwicklungsteams oder seitens der in der Produktion tätigen Personen, stellt hierbei eine der wichtigsten Komponenten dar.

<sup>137</sup> [Eigene Illustration]

## 6 Anhang

### 6.1 Usability und User Experience Fragebogen



#### Fragebogen zu BECOM-WAAS:

Dieser Fragebogen dient der Beurteilung der Usability und Userexperience (UX). Es soll zum einen die einfache Bedienbarkeit des Assistenzsystems (Usability) untersucht werden zum anderen soll auch getestet werden, ob Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen gerne mit diesem System arbeiten möchten (UX).

Nehmen Sie sich Zeit für die Beantwortung der Fragen und fügen Sie gerne zusätzliche Anmerkungen hinzu. Ihre Rückmeldungen werden auch in die Weiterentwicklung des Projektes mit einfließen!

Das Assistenzsystem bietet alle Funktionen und enthält alle Informationen, um die anfallenden Aufgaben effizient bewältigen zu können.

Trifft nicht zu  <sup>1</sup>  <sup>2</sup>  <sup>3</sup>  <sup>4</sup> trifft voll und ganz zu  keine Antwort

Anmerkung:

---

---

---

Mir ist zu jedem Zeitpunkt bewusst wo im Informationsraum ich mich gerade befinde (Wo bin ich? Wie bin ich hierhergekommen? Wie komme ich zurück?).

Trifft nicht zu  <sup>1</sup>  <sup>2</sup>  <sup>3</sup>  <sup>4</sup> trifft voll und ganz zu  keine Antwort

Anmerkung:

---

---

---

Die Menüführung des Assistenzsystems ist intuitiv verständlich. Die einzelnen Elemente des Menüs sind einfach zu verstehen und logisch angeordnet.

Trifft nicht zu  <sup>1</sup>  <sup>2</sup>  <sup>3</sup>  <sup>4</sup> trifft voll und ganz zu  keine Antwort

Anmerkung:

---

---

---



## 6.2 Ziele des Pflichtenheftes

### 2 Ziele des Pflichtenheftes

In diesem Kapitel sollen die konkret angestrebten Ziele des Projektes klar formuliert dargestellt und dokumentiert werden.

#### 2.1 Musskriterien

Bei den Musskriterien handelt es sich um jene Kriterien, welche auf jeden Fall erfüllt werden müssen. Besonderer Wert wird hierbei auf die Eindeutigkeit der Formulierungen gelegt. Im Sinne einer umfangreichen und eindeutigen Dokumentation werden im folgenden Absatz die Anforderungen explizit genannt und auch der Kontext, in dem sie gelten, genau beschrieben.

##### 2.1.1 Übersichtliche Oberfläche

Der Startbildschirm des Programms soll eindeutig und intuitiv bedienbar sein. Es soll auf einen Blick erkenntlich sein welche Schaltfläche welche Funktion ausführt. Bestehenden MitarbeiterInnen muss es möglich sein anhand der Gestaltung des Startbildschirms sofort zu wissen, welche Informationen sich hinter welchem Icon verbergen. Des Weiteren soll sich dadurch die Einschulung von neuem Personal deutlich einfacher gestalten.

Von dem Startbildschirm soll dann in weiterer Folge auf benötigte Informationen zugegriffen werden können und, nach Einsicht dieser, wieder auf den Startbildschirm zurückgekehrt werden können. Abbildung 1 verdeutlicht diese Struktur.

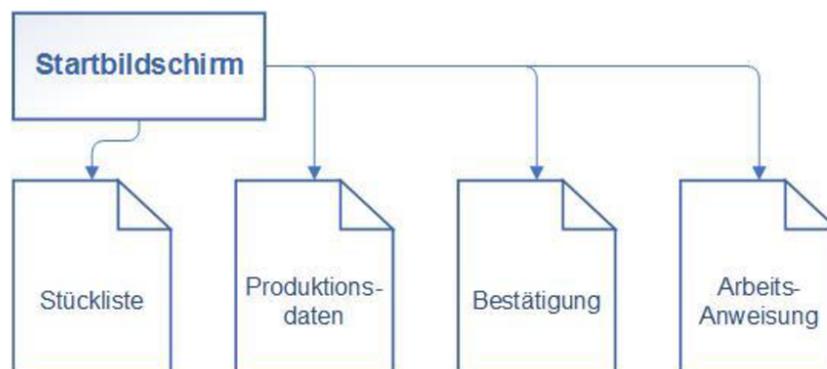


Abbildung 1: symbolische Darstellung des Startbildschirms<sup>4</sup>

<sup>4</sup> [Eigene Illustration]

### **2.1.2 Eindeutige Informationsbereitstellung**

„Welche Information ist für welchen Arbeitsplatz und in welcher Granularität relevant?“

Nicht jeder Arbeitsschritt oder Arbeitsplatz benötigt die gleichen Informationen. Es sollen nur die für den am Arbeitsplatz betrachteten Prozessschritt relevanten Details dargestellt werden.

### **2.1.3 Flexibilität des Systems**

Fertigungsbedingt können nicht immer alle Abläufe in der genau gleichen Reihenfolge mit immer denselben Arbeitsschritten eingehalten werden. Das Assistenzsystem soll in der Lage sein, sich den gegebenen Bedingungen anzupassen und es erlauben Arbeitsschritte in unterschiedlicher Reihenfolge auszuführen oder generell neue Schritte zuzulassen. Die Abweichungen von vorgegeben Arbeitsschritten muss hier im Sinne einer lückenlosen Dokumentation des Ablaufes eindeutig beschrieben werden.

### **2.1.4 Bestätigung**

Das System muss von jedem Mitarbeiter und jeder Mitarbeiterin eine Bestätigung, dass der Arbeitsschritt und alle damit einhergehenden Bestimmungen verstanden wurden, verlangen. Des Weiteren wird somit auch der Arbeitsvorgang dokumentiert werden und es soll im Nachhinein nachvollziehbar sein welcher Arbeitsschritt von wem ausgeführt wurde. Diese Bestätigung und Dokumentation findet momentan in handschriftlicher Form bereits statt. Durch eine digitale Bestätigung soll in weiterer Folge die generelle Nachvollziehbarkeit verbessert und auch der Papierverbrauch des Unternehmens reduziert werden.

## **2.2 Wunschkriterien**

Unter diesem Unterpunkt werden nicht explizit geforderte aber dennoch gewünschte Vorgaben zusammengefasst.

### **2.2.1 Beibehaltung der gängigen Shortcuts**

Das momentane System der Firma BECOM besitzt eine auf Sprach- bzw. Buchstabenbasierte Eingabe. Personen, die bereits sehr viel Arbeitserfahrung an diesem System haben wissen sehr gut über die Handhabung Bescheid und würden sich eine gewisse Ähnlichkeit der Benutzung des neuen Assistenzsystems zum Alten wünschen.

### **2.2.2 Beibehalten der Farbcodes**

In der momentan verwendeten Unterlagenmappe (siehe Kapitel 3.4 Unterlagenmappe) werden verschiedene Informationen auch mit unterschiedlichen Farben markiert. Das neue System könnte diese Farbcodes beibehalten. Die Farben würden zusätzlich zur Beschriftung und den dafür geschaffenen Symbolen ein Erkennungsmerkmal darstellen.

## **2.3 Abgrenzungskriterien und Nicht-Ziele**

Ein Assistenzsystem soll möglichst gut an den Anwendungsfall angepasst werden. Nicht geforderte Anwendungen würden wiederum die Handhabung des Systems erschweren.

### **2.3.1 Verwendete Datenformate**

Die Darstellung der für die Produktion relevanten Inhalte soll mittels geeigneter Daten dargestellt werden. Explizit sind hier Textformate (Word, PDF), Bildformate und Videoformate (nach Absprache mit der IT-Abteilung) gewünscht und gefordert.

### **2.3.2 Keine Übergangslösung**

Bei der Einführung des neuen Assistenzsystems sollen keine Übergangslösungen geschaffen werden. Es soll ein direkter Umstieg vom bestehenden auf das neue System erfolgen. Zwischenlösungen sind zu vermeiden und das Hauptaugenmerk der Arbeit soll auf der Gestaltung des neuen Systems beruhen.

## 7 Literaturverzeichnis

**[Ahrens, D., & Spöttl, G. (2015, June)]** Ahrens, D., & Spöttl, G. (2015, June). Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In Digitalisierung industrieller Arbeit (pp. 184-205). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

**[Arnold, D., Butschek, S., Steffes, S., & Müller, D. (2016)]** Arnold, D., Butschek, S., Steffes, S., & Müller, D. (2016). Monitor-Digitalisierung am Arbeitsplatz: Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung. ZEW-Gutachten und Forschungsberichte.

**[Arnoscht, J., Behr, M., Bohl, A., Lenders, M., Brecher, C., Buchbinder, D., ... & Herfs, W. (2011)]** Arnoscht, J., Behr, M., Bohl, A., Lenders, M., Brecher, C., Buchbinder, D., ... & Herfs, W. (2011). Individualisierte Produktion. In Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer (pp. 83-255). Springer, Berlin, Heidelberg. Kapitel 3 Individualisierte Produktion

**[Babčanová, D., Babčan, M., & Odlerová, E. (2010)]** Babčanová, D., Babčan, M., & Odlerová, E. (2010). Employer branding-Source of competitiveness of the industrial plants. Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology, 18(29), 55-61.

**[Bauer, W., Hämmerle, M., Bauernhansl, T., & Zimmermann, T. (2018)]** Bauer, W., Hämmerle, M., Bauernhansl, T., & Zimmermann, T. (2018). Future Work Lab. In Digitalisierung (pp. 179-195). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. 11.1 Einleitung: Megatrend Digitalisierung und Industrie 4.0

**[Becker, T. (2018)]** Becker, T. (2018). Kundenanforderungen an Prozesse ermitteln. In Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren (pp. 113-131). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. Abb.5.1 Kundenanforderungen, S: 144

**[BECOM]** Mit BECOM werden alle von der Firma BECOM Electronics GmbH zur Verfügung gestellten Informationen bezeichnet. <http://www.becom-group.com/>

**[Bischof, A., Kurze, A., Totzauer, S., Storz, M., Freiermuth, M., & Berger, A. (2018).]** Bischof, A., Kurze, A., Totzauer, S., Storz, M., Freiermuth, M., & Berger, A. (2018). Living Labs zur Initiierung von Partizipation in der HCI. Mensch und Computer 2018-Workshopband.

**[Bornewasser, M., Bläsing, D., & Hinrichsen, S. (2018)]** Bornewasser, M., Bläsing, D., & Hinrichsen, S. (2018). Informativische Assistenzsysteme in der manuellen Montage: Ein nützliches Werkzeug zur Reduktion mentaler Beanspruchung?. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 72(4), 264-275.

**[Braude, E. J., Bernstein, M. E. (2016)]** Braude, E. J., & Bernstein, M. E. (2016). Software engineering: modern approaches. Waveland Press. Chapter 28: Testing at the system level, page: 714

**[Brause, R. (2017)]** Brause, R. (2017). Betriebssysteme: Grundlagen und Konzepte. Springer-Verlag. 8 Benutzeroberflächen

**[Brauns, S., Käfer, T., Koriath, D., & Harth, A. (2016)]** Brauns, S., Käfer, T., Koriath, D., & Harth, A. (2016). Individualisiertes Gruppentraining mit Datenbrillen für die Produktion. Informatik 2016.

**[Brhel, M., Meth, H., Maedche, A., & Werder, K. (2015)]** Brhel, M., Meth, H., Maedche, A., & Werder, K. (2015). Exploring principles of user-centered agile software development: A literature review. Information and software technology, 61, 163-181.

**[Bühler, P., Schlaich, P., & Sinner, D. (2019)]** Bühler, P., Schlaich, P., & Sinner, D. (2019). Datenmanagement: Daten-Datenbanken-Datensicherheit. Springer Berlin. 2.1 Dateiverwaltung

**[Chaudha, A., Jain, R., Singh, A. R., & Mishra, P. K. (2011)]** Chaudha, A., Jain, R., Singh, A. R., & Mishra, P. K. (2011). Integration of Kano's Model into quality function deployment (QFD). The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 53(5-8), 689-698.

**[Coldewey, J. (2002)]** Coldewey, J. (2002). Agile Entwicklung Web-basierter Systeme. Wirtschaftsinformatik, 44(3), 237-248. 4 Drei ausgewählte Verfahren der agilen Softwareentwicklung

**[Danzer, W. (2016)]** Danzer, W. (2016). Qualitätsmanagement in der Produkt- und Prozessentwicklung: Kundenorientiert entwickeln und zielsicher planen. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG., 5.4 Freigabe

**[Dengler, K., & Matthes, B. (2015)]** Dengler, K., & Matthes, B. (2015). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland (No. 11/2015). IAB-Forschungsbericht.

**[Diefenbach, S., & Hassenzahl, M. (2017)]** Diefenbach, S., & Hassenzahl, M. (2017). Psychologie in der nutzerzentrierten Produktgestaltung. Berlin: Springer.

**[digitalaustria.gv.at]** <https://www.digitalaustria.gv.at/> (14.03.2019)

**[digitalenterprise.ch]** <https://www.digitalenterprise.ch/bestehende-prozesse-digitalisieren/> (18.02.2019)

**[DIN 69901-3]** Deutsches Institut für Normung, DIN 69901-3, Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 3: Methoden, Jänner 2009

**[Dingsøy, T., Moe, N. B., Fægri, T. E., & Seim, E. A. (2018)]** Dingsøy, T., Moe, N. B., Fægri, T. E., & Seim, E. A. (2018). Exploring software development at the very large-scale: a revelatory case study and research agenda for agile method adaptation. *Empirical Software Engineering*, 23(1), 490-520.

**[DIN EN ISO 9241-11]** Deutsches Institut für Normung, DIN EN ISO 9241-11, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte (ISO 9241-11:2018); Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:2018

**[DIN EN ISO 9241-112]** Deutsches Institut für Normung, DIN EN ISO 9241-112, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung (ISO 9241-112:2017); Deutsche Fassung EN ISO 9241-112:2017, 6.4 Eindeutige Interpretierbarkeit

**[DIN EN ISO 9241-210]** Deutsches Institut für Normung, DIN EN ISO 9241-210, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010

**[Ellek, D., Müller, W., Rebholz, S., & König, S. (2017)]** Ellek, D., Müller, W., Rebholz, S., & König, S. (2017). Mobile Web-Technologien im Sport: Konzeption, Entwicklung und Evaluation eines Trainingsassistenten. *Bildungsräume 2017*. 6.1 Problemfelder und Anforderungen

**[Glaser, H. (2013).]** Glaser, H. (2013). PPS Produktionsplanung und-steuerung: Grundlagen-Konzepte-Anwendungen. Springer-Verlag. 1.2 Vorherrschende Fertigungsform. S:318

**[Goll, J., & Hommel, D. (2015)]** Goll, J., & Hommel, D. (2015). Agile Entwicklung im Sinne des Systems. In *Mit Scrum zum gewünschten System* (pp. 135-168). Springer Vieweg, Wiesbaden.

**[Gorecky, D., Schmitt, M., & Loskyll, M. (2017)]** Gorecky, D., Schmitt, M., & Loskyll, M. (2017). Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In *Handbuch Industrie 4.0 Bd. 4* (pp. 219-236). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

**[Hajkowicz, S. A., Reeson, A., Rudd, L., Bratanova, A., Hodgers, L., Mason, C., & Boughen, N. (2016)]** Hajkowicz, S. A., Reeson, A., Rudd, L., Bratanova, A., Hodgers, L., Mason, C., & Boughen, N. (2016). Tomorrow's digitally enabled workforce: Megatrends and scenarios for jobs and employment in Australia over the coming twenty years. *Australian Policy Online*.

**[Hauser, T. (2015)]** Hauser, T. (2015). Alles neu?–Designoptimierung und Relaunch-Konzeption. In *Websites optimieren-Das Handbuch* (pp. 349-383). Springer Vieweg, Wiesbaden. 9.2.6 Wireframes und Klickdummy

**[Helfert, M., Herrmann, C., & Strauch, B. (2001)]** Helfert, M., Herrmann, C., & Strauch, B. (2001). Datenqualitätsmanagement. 2.3 Operatives Qualitätsmanagement

**[Herczeg, M. (2018)]** Herczeg, M. (2018). Software-Ergonomie: Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme. Walter de Gruyter GmbH & Co KG. 1.1 Werkzeuge

**[Hoffmann, K. (2008)]** Hoffmann, K. (2008). Projektmanagement heute. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 45(2), 5-16. 2 Agile Entwicklungsmodelle und Vorgehensweisen

**[Hofmann, J. (Ed.). (2018)]** Hofmann, J. (Ed.). (2018). Arbeit 4.0–Digitalisierung, IT und Arbeit: IT als Treiber der digitalen Transformation. Springer-Verlag. Digitalisierung „machen“ - Ansichten im Engineering zur partizipativen Gestaltung von Industrie 4.0

**[Icon/Einstellungen]** <https://icon-icons.com/de/symbol/Einstellungen/30027>  
(22.02.2019)

**[Icon/Dokument]** <https://icons8.de/icon/1394/dokument> (22.02.2019)

**[impulse.de]** <https://www.impulse.de/it-technik/computer-internet/digitales-buero/3563847.html> (12.01.2018)

**[itwissen.info]** <https://www.itwissen.info/GUI-graphical-user-interface-Grafische-Benutzeroberflaeche.html> (22.02.2019)

**[Jackwerth, T., Jäger, A., & Güth, S. (2018)]** Jackwerth, T., Jäger, A., & Güth, S. (2018). Fähigkeiten und Kompetenzen gezielt ausbauen: Strategische Kompetenzentwicklung für die Produktion (No. 73). Mitteilungen aus der ISI-Erhebung" Modernisierung der Produktion".

**[Jacobsen, J., Meyer, L. (2017)]** Jacobsen, J., & Meyer, L. (2017). Praxisbuch Usability und UX. Rheinwerk, Bonn, ISBN 978-3-8362-4423-7

**[Kletti, J. (2015)]** Kletti, J. (2015). 8.1 Ermittlung des MES-Nutzens. MES-Manufacturing Execution System: Moderne Informationstechnologie unterstützt die Wertschöpfung, 259. Kapitel 8.1.5 Steigerung der Personalproduktivität

**[Kuhlen, R. (2013)]** Kuhlen, R. (2013). Information–Informationswissenschaft. Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation, 6, 19-42.

**[Lager, H., Delbrügger, T., Lenz, L. T., & Roßmann, J. (2019)]** Lager, H., Delbrügger, T., Lenz, L. T., & Roßmann, J. (2019) Mitarbeiterpartizipation in Zeiten der Digitalisierung mit Building Information Modeling: Gute Praxis digitaler Werkerunterstützung bei der Planung von Fabrikarbeitsstationen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 1-10.

- [Michels, J. S. (2016)]** Michels, J. S. (2016). Industrial Connectivity und Industrial Analytics, Kernbausteine der Fabrik der Zukunft. In *Industrie 4.0 grenzenlos* (pp. 245-270). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. 15.1.1 Megatrends und Treiber für produzierende Unternehmen
- [Patzak, G., & Rattay, G. (2008)]** Patzak, G., & Rattay, G. (2008). *Projektmanagement: Leitfaden zum management von projekten, projektportfolios, programmen und projektorientierten unternehmen*. Linde Verlag GmbH.
- [Petersen, K., & Wohlin, C. (2010)]** Petersen, K., & Wohlin, C. (2010). The effect of moving from a plan-driven to an incremental software development approach with agile practices. *Empirical Software Engineering*, 15(6), 654-693.
- [Pfromm, M., Cieler, S., & Bruder, R. (2015)]** Pfromm, M., Cieler, S., & Bruder, R. (2015). Auslegung und Evaluation einer Mensch-Maschine-Schnittstelle für ein umfassendes Fahrerassistenzkonzept. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 69(2), 71-80.
- [Rau, K. H. (2016)]** Rau, K. H. (2016). *Agile objektorientierte Software-Entwicklung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. 1.3.3.3 Kombination unterschiedlicher Vorgehensweisen und Methoden
- [Reinhart (2017)]** Reinhart, G. (Ed.). (2017). *Handbuch Industrie 4.0: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG. S:67
- [Richter, M., & Flückiger, M. D. (2013)]** Richter, M., & Flückiger, M. D. (2013). *Usability Engineering kompakt: benutzbare Produkte gezielt entwickeln*. Springer-Verlag. Kapitel: 8.2 User Experience (UX)
- [Richter, M., Heisel, U., Stehle, T., Stoss, K., Luczak, H., & Schmidt, L. (2009)]** Richter, M., Heisel, U., Stehle, T., Stoss, K., Luczak, H., & Schmidt, L. (2009). Gestaltung von Produkten und Arbeitssystemen. In *Handbuch Unternehmensorganisation* (pp. 431-513). Springer, Berlin, Heidelberg. 7.3 Partizipative Gestaltung des Planungs- und Realisierungsprozesses
- [Schlick, C., Bruder, R., & Luczak, H. (2018)]** Schlick, C., Bruder, R., & Luczak, H. (2018). *Arbeitswissenschaft*. Springer-Verlag. 6.3.2 Ziele und Anwendungsbereiche
- [Schmauder, M., & Spanner-Ulmer, B. (2014)]** Schmauder, M., & Spanner-Ulmer, B. (2014). *Ergonomie-Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation*. Hanser, Carl.
- [Schmidt, T. S., & Paetzold, K. (2016)]** Schmidt, T. S., & Paetzold, K. (2016). Agilität als Alternative zu traditionellen Standards in der Entwicklung physischer Produkte: Chancen und Herausforderungen. In *Design for X (DfX) Symposium* (pp. 255-267).

**[Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2017)]** Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2017). Construction of a Benchmark for the User Experience Questionnaire (UEQ). *IJIMAI*, 4(4), 40-44.

**[Senderek, R. (2018)]** Senderek, R. (2018). Lernförderliche Arbeitssysteme für die Arbeitswelt von morgen. In *Zukunft der Arbeit—Eine praxisnahe Betrachtung* (pp. 87-105). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. Kapitel 13.4.1 Schnittstelle zwischen Technologie und Mensch

**[sitepoint.com]** <https://www.sitepoint.com/how-to-make-paper-prototypes/> (11.02.2019)

**[statistik-und-beratung.de]** <https://statistik-und-beratung.de/2013/02/wahl-der-skala-in-fragebogen/> (23.03.2019)

**[testingtime.com]** <https://www.testingtime.com/blog/usability-test/> (20.03.2019)

**[Thüring, M. (2002)]** Thüring, M. (2002). Kognitionspsychologische Prinzipien des Designs Grafischer Benutzungsoberflächen für Hypermediasysteme. *Bedienen und Verstehen*, 4, 27-41.

**[Van de Sand, F. (2017)]** Van de Sand, F. (2017). *USER EXPERIENCE IDENTITY: mit Neuropsychologie digitale Produkte zu Markenbotschaftern machen*. Springer-Verlag.

**[VDI 2519]** VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, VDI-RICHTLINIE 2519, Beiblatt 1, Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften, Dezember 2001

**[VU Assistenzsysteme]** Schlund, S. & Mayrhofer, W. 330.265 Assistenzsysteme in der Produktion 1. IMW, MMI, Technische Universität Wien

**[Wächter, M., & Bullinger, A. C. (2016)]** Wächter, M., & Bullinger, A. C. (2016). Gestaltung gebrauchstauglicher tangibler MMS für Industrie 4.0—ein Leitfaden für Planer und Entwickler von mobilen Produktionsassistenzsystemen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 70(2), 82-88.

**[Westkämper, E., & Löffler, C. (2016)]** Westkämper, E., & Löffler, C. (2016). Strategien der Produktion-Technologien. *Konzepte und Wege in die Praxis*, 1.4.2.1 Megatrends mit Wirkung auf die Produktion

**[Westkämper, E., & Schloske, A. (2018)]** Westkämper, E., & Schloske, A. (2018). Fertigungs- und Fabrikbetrieb. In *Dubbel* (pp. 1510-1541). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. S7.3.1 Operative Ziele der Planung und des Fabrikbetriebes

**[wiki/icon]** [https://de.wikipedia.org/wiki/Icon\\_\(Computer\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Icon_(Computer)) (22.02.2019)

**[Wirdemann, R. (2017)]** Wirdemann, R. (2017). Scrum mit User Stories. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG. 4 User Stories

**[Wischmann, S., & Hartmann, E. A. (Eds.). (2018)]** Wischmann, S., & Hartmann, E. A. (Eds.). (2018). Zukunft der Arbeit–Eine praxisnahe Betrachtung. Springer Vieweg. 8 Assistenz und Wissensvermittlung am Beispiel von Montage- und Instandhaltungstätigkeiten

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Trends und daraus resultierende Bedürfnisse .....	1
Abbildung 2: Vorgehensweise und inhaltliche Abgrenzung .....	9
Abbildung 3: Thematische Bausteine der Arbeit.....	10
Abbildung 4: Synopsis des Gestaltungsprozesses .....	12
Abbildung 5: Strukturschema menschlicher Arbeit .....	13
Abbildung 6: Morphologie für Assistenzsysteme .....	14
Abbildung 7: Schematische Darstellung eines Informationsassistenzsystems .....	15
Abbildung 8: "One fits all" vs. nutzergruppenorientiertes Assistenzsystem .....	16
Abbildung 9: Darstellung von verschiedenen Informationen.....	18
Abbildung 10: Unterschiedliche Reifegrade von Software-Prototypen .....	19
Abbildung 11: Schematische Darstellung von Scribbles.....	20
Abbildung 12: Verwendung eines Papierprototypen.....	21
Abbildung 13: Exemplarischer Wireframe .....	22
Abbildung 14: symbolische Darstellung der Benutzeroberfläche.....	26
Abbildung 15: Dokument .....	31
Abbildung 16: Einstellungen .....	31
Abbildung 17: Person .....	31
Abbildung 18: Werker .....	31
Abbildung 19: Lagerlogistik.....	31
Abbildung 20: Rückmeldung.....	31
Abbildung 21: Gestaltungsbeispiel für Form und Farbe.....	32
Abbildung 22: exemplarisches Beispiel zur Anordnung.....	33
Abbildung 23: User Experience als Gesamterlebnis.....	36
Abbildung 24: Zusammenhang von Usability und User Experience76 .....	37
Abbildung 25: Aufbau zur Usability und User Experience Testung.....	39
Abbildung 26: Bewertungsskala der Testung .....	40
Abbildung 27: Phasen eines Projektes .....	43
Abbildung 28: User-Centered-Design.....	47
Abbildung 29: Agiler Entwicklungsprozess .....	49
Abbildung 30: Agile Prototypentwicklung.....	50
Abbildung 31: Das Kano-Modell .....	51
Abbildung 32: Morphologie des zu entwickelnden Assistenzsystems .....	60
Abbildung 33: Standardisierter Arbeitsplatz der Firma BECOM .....	62
Abbildung 34: erster Prototyp am Whiteboard.....	63
Abbildung 35: Klickdummy für BECOM .....	64
Abbildung 36: aktive und inaktive Elemente .....	65
Abbildung 37: nichtverfügbares Element .....	65
Abbildung 38: Umschalten zwischen den Abteilungen .....	65
Abbildung 39: Hauptmenü des Assistenzsystems .....	66

---

Abbildung 40: Darstellung der Datenstruktur .....	67
Abbildung 41: Produktionsrückmeldung .....	68
Abbildung 42: Fenster zur Eintragung von Rückmeldungen.....	68
Abbildung 43: Bestückungsplan .....	69
Abbildung 44: exemplarische step-by-step Anleitung .....	70
Abbildung 45: step-by-step Anleitung Bauteil 2 .....	71
Abbildung 46: Exemplarische Arbeitsunterweisung.....	72
Abbildung 47: Testraum Setup .....	73
Abbildung 48: Bildschirm der Testung .....	75
Abbildung 49: Erinnerung Bewertungsskala .....	78
Abbildung 50: Ausgereiftheit der Überlegungen .....	86
Abbildung 51: Themengebiete der Prototypentwicklung.....	86
Abbildung 52: Ausblick .....	91
Abbildung 53: Agile Feedbackschleife.....	92
Abbildung 54: partizipative Gestaltung im Projekt .....	93

## 9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vor- und Nachteile eines Papierprototypen .....	21
Tabelle 2: Vor- und Nachteile des Klickdummys .....	23
Tabelle 3: Vor- und Nachteile eines fertigen Programms .....	24
Tabelle 4: Basisanforderungen an ein Informationsassistenzsystem .....	52
Tabelle 5: Ergebnisse des Fragebogens .....	77