

Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme

Universität Stuttgart
Universitätsstraße 38
D-70569 Stuttgart

Diplomarbeit Nr. 3678

Gamification von industriellen Arbeitsprozessen

Carlos Alberto Jiménez Sánchez

Studiengang:	Informatik
Prüfer/in:	Prof. Dr. Albrecht Schmidt
Betreuer/in:	Dr. Oliver Korn
Beginn am:	19. Juni 2014
Beendet am:	19. Dezember 2014
CR-Nummer:	H.5.2

Kurzfassung

Gamification ist die Verwendung von spieltypischen Mechaniken außerhalb reiner Spiele, mit dem Ziel, das Verhalten von Menschen zu beeinflussen, und diese zu motivieren. Während diese in den Bereichen der Gesundheit und Bildung bekannt ist und der Nutzen nachgewiesen wurde, sind die Auswirkungen von Gamification auf Arbeiter in Industrieumgebungen bislang selten untersucht worden. Dies kann ein effektiver Weg für die Verbesserung der Arbeitsleistung von beeinträchtigten Menschen sein. Im Rahmen der kontext-bewussten Assistenzsysteme liegt der Schwerpunkt der hier vorgelegten Diplomarbeit insbesondere auf dem Vergleich zweier Gamification-Ansätze.

Nach der Beschreibung der spezifischen Anforderungen von Gamification in der Produktionsumgebung soll nun ein bereits existierender Ansatz vorgestellt werden. Dieser wurde in einer Wizard-Of-Oz-Studie bei einer Blechscheren-Montage mit leistungsgeminderten Arbeitern an einer geschützten Werkstatt untersucht. Dabei wurden die Produktionsleistungen der Mitarbeiter bei der Gamification analysiert, mit einem Schwerpunkt auf der Motivation bei der Arbeit. Der Ansatz benutzte Kreise und Punkte-Balken, um den Arbeiter bei den Montageprozessen zu unterstützen. Mit den Ergebnissen bei der Studie wurden die allgemeinen Anforderungen verbessert. Anhand der vorherigen Arbeiten, dem Stand der Technik und den neuen Anforderungen wurde ein Modell für einen neuen motivationsstiftenden Ansatz entwickelt. Das Modell konzentrierte sich auf die motivierenden Aspekte, da das System im selben technologischen Rahmen wie bei dem Kreis-Ansatz ist: Bewegungserkennung und Projektion. Bei dem neuen Gamification-Ansatz handelte es um eine große Pyramide mit einem Pokal auf ihrem Gipfel, den der Benutzer bei einer fehlerfreien Montage bekommt.

Abschließend wurde das System mit dem Pyramide-Ansatz implementiert und in einer zweiten Studie in der selben Umgebung und mit dem selben Produkt ausgewertet. Beim Vergleich beider Studien wurde gezeigt, dass je nach Gamification-Ansatz unterschiedliche Auswirkungen auf die Mitarbeiter verursacht werden. Einerseits führte der Kreis-Ansatz wie bei vorherigen Forschungen zu einem Geschwindigkeit-Genauigkeit-„Trade-Off“. Ganz im Gegenteil nahm die Fehlerrate von den Arbeitern bei den Montagen mit dem Pyramide-Ansatz ab und ihre Produktionsgeschwindigkeit blieb gleich. Der bedeutendste Punkt beim Vergleich der Studien war jedoch die klare Bevorzugung des Pyramide-Ansatzes.

Abstract

Gamification is the use of game mechanics in non-game contexts with the aim of influencing the behavior of people. While this method of enriching human-computer interaction has been applied successfully in the contexts of education and health, it has not been established in production industry so far. Gamification might be an effective way to improve the assistance for people with disabilities. As part of context-aware assistance systems, the focus of this thesis is the comparison between two gamification approaches.

After discussing the specific requirements of gamification for the production domain, an existent simple approach is introduced. This approach was investigated in a Wizard of Oz study on the assembly of metal shears by impaired workers in a sheltered work organization. The production performance of the workers and their motivation at work with the Gamification were analyzed. This approach used circles and point meters to support and motivate workers during assembly processes. With the results of the study, the general requirements were improved. A model for a new approach was developed based on the preceding work, the state of the art and the requirements. The model focused on the motivational aspects as the technical framework was the same as with the circle approach: motion detection and projection. The new gamification approach involved a large pyramid with a cup on its summit, that the user got with a flawless assembly.

Finally, the system was implemented with the pyramid approach and evaluated in a second study in the same environment with the same product. Comparing both studies it was shown that depending on the Gamification approach, different effects on the workers are caused. On one hand, the circle approach led, as in previous researches, into a speed-accuracy-tradeoff. On the contrary, the error rate of the workers at the assembly by the pyramid decreased and their production times remained the same. However, the most important point of comparison between the both studies was the clear preference for the pyramid approach.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
1.1. Methodik	14
1.2. Aufbau der Arbeit	14
2. Hintergrund	17
2.1. Verwandte Wissenschaften	17
2.2. Produktionsmanagement und Ingenieurwissenschaft	18
2.3. Informatik und Technologie	22
2.4. Zielbenutzer	27
2.5. Gamification in anderen Bereichen	29
2.6. Ethik	34
3. Stand der Technik	37
3.1. Visuelle Augmentierung	37
3.2. Assistenzsysteme bei industrieller Produktionsarbeit	38
3.3. Gamification in der Produktionsumgebung	40
3.4. Ausgangspunkt der Arbeit	42
4. Allgemeine Anforderungen	45
4.1. Anforderungen	45
4.2. Assistenz durch Gamification	47
5. Kreis-Ansatz	49
5.1. Gamification-Komponente	49
5.2. Montagearbeit und Arbeitsprozesse	50
5.3. Gamification-Ansatz und Scoring-Konzept	52
5.4. Programm	54
6. Studie mit dem Kreis-Ansatz	57
6.1. Studienablauf	59
6.2. Ergebnisse	61
6.3. Diskussion	64
7. Pyramide-Ansatz	67
7.1. Neue Anforderungen	67
7.2. Gamification-Komponente	69
7.3. Gamification-Ansatz	70
7.4. Programm	72

8. Studie mit dem Pyramide-Ansatz	75
8.1. Studienablauf	77
8.2. Ergebnisse	79
8.3. Vergleich der beiden Studien	82
8.4. Diskussion	86
9. Fazit	89
9.1. Ausblick	91
9.2. Danksagung	92
A. Anhang	93
Literaturverzeichnis	99

Abbildungsverzeichnis

2.1. Disziplinen mit einer wichtigen Rolle bei der Gamification von industriellen Arbeitsprozessen	18
2.2. Caption for LOF	20
2.3. Caption for LOF	22
2.4. Caption for LOF	23
2.5. Caption for LOF	25
2.6. Caption for LOF	26
2.7. Caption for LOF	27
2.8. Caption for LOF	29
2.9. Caption for LOF	32
2.10. Caption for LOF	33
2.11. Caption for LOF	34
3.1. Caption for LOF	39
3.2. Caption for LOF	40
3.3. Caption for LOF	41
5.1. Bessey normale Blehschere, die am Montagearbeitsplatz zusammengebaut wird	50
5.2. Montagearbeitsplatz mit Gamification-Fläche (weiß)	50
5.3. Links: Mock-Up des Arbeitsplatzes mit Anzeige der Projektionsfläche. Rechts: Mock-Up der Visualisierung der Gamification-Komponente.	52
5.4. Projektion der Gamification-Komponenten. Links: Am Anfang der ersten Montage vor dem ersten Arbeitsprozess. Rechts: Bei dem zweiten Arbeitsprozess	53
5.5. Projektion der Gamification-Komponenten. Links: Bei dem ersten Arbeitsprozess. Rechts: Am Ende der dritten Arbeitsprozess, Kreis bewegt sich gegen Punkte-Balken	53
5.6. Graphische Benutzeroberfläche (GUI) der motionEAP mit dem Reiter des Gamification Wizard-of-Oz Programm	55
5.7. Auszug aus der Excel-Datei, die die Daten der Montagearbeit eines Teilnehmers beinhaltet	56
6.1. Arbeitsplatz Blehscheren-Montage bei der Studie	58
6.2. Teilnehmer der ersten Studie bei der Arbeitsmontage mit der Gamification-Komponente. Links: vierten Montageprozess. Rechts: Fünften Montageprozess.	60
6.3. Durchschnittsproduktionsdauern von jedem Teilnehmer ohne (Standard) und mit Gamification bei der ersten Studie (in Sekunden)	62
6.4. Anzahl von Fehlern für jeder Teilnehmer ohne und mit Gamification bei der ersten Studie	62

6.5.	Grafik aus dem Fragebogen, Allgemeine Einschätzung von den Teilnehmern in der ersten Studie	63
6.6.	Grafik aus dem Fragebogen, Emotionaler Zustand der Teilnehmer vor (oben) und nach (unten) der ersten Studie	64
6.7.	Grafik aus dem Fragebogen, Beurteilung der Gamification nach der ersten Studie	65
6.8.	Experimentator-Aussicht der ersten Studie. Wizard-Of-Oz-Programm und Video-Aufnahme der Arbeitsprozessen werden im Bildschirm gezeigt.	65
7.1.	Pyramiden-Gamification-Komponente, 2 Fälle: Links: Anfangssituation der Gamification-Komponente Rechts: Bei dem letzten (fünften) Montagearbeitsprozess von einer siebten (fehlerfreien) Montage.	70
7.2.	Pyramiden-Gamification-Komponente, 2 Fälle: Links: Nach der 10ten Montage steht die Menschnfigur mit dem gewonnenen Pokal, alle Montage ohne Fehler durchgeführt. Rechts: Nach der Durchführung mit einem Fehler der siebten Montage, Figur bekommt keinen Pokal.	71
7.3.	Benutzeroberfläche des modifiziertes Wizard-of-Oz-Programm für die zweite Implementierung	73
8.1.	Umbau des Arbeitsplatzes für die zweite Studie	75
8.2.	Links: Sicht des Experimentators bei der zweiten Studie mit der Benutzeroberfläche des Wizard-Of-Oz-Programms und die Aufnahme der Kamera auf dem Bildschirm. Rechts: Die anfängliche Projektion vom Gamification-Ansatz: Graue quadratische Pyramide mit dem Pokal als Belohnung	77
8.3.	Links: Ein Mitarbeiter bei der zweiten Studie mit der Gamification-Komponente. Rechts: Die Projektion der Gamification-Komponente nach der zehnten (und letzten Montage)	79
8.4.	Durchschnittsproduktionsdauern von jedem Teilnehmer (14 insgesamt) ohne (Standard) und mit Gamification bei der zweiten Studie (in Sekunden)	80
8.5.	Durchschnittliche Fehleranzahl der Mitarbeiter bei der zweiten Studie	81
8.6.	Graphische Darstellung der Werte bei den Fragebogen bei der ersten (oberer Balken) und zweiten Studie (unterer Balken): Oben: Allgemeine Einschätzung, Unten: Emotionaler Zustand vor und nach der Studie	83
8.7.	Oben: Graphische Darstellung der Fragebögen bei der ersten (oberer Balken) und zweiten Studie (unterer Balken): Unten: Ringdiagramme zur Bevorzugung bei der zweiten Studie	84
8.8.	Durchschnittliche Produktionsdauer der Standardarbeit bei beiden Studien	85
8.9.	Durchschnittliche Fehleranzahl von den 7 Mitarbeitern bei beiden Studien	86

Tabellenverzeichnis

5.1. Gewonnene Punkte für jeder beendeten Arbeitsprozess in der Zeit Z (in Sekunden) .	54
6.1. Geplante Studienabläufe	58
8.1. Mittelwerte und Standardabweichungen der Dauer und Fehleranzahl von den sieben Mitarbeitern, die an beiden Studien teilnahmen.	86

1. Einleitung

Die Gesellschaft ist heutzutage vor allem durch den technologischen Fortschritt aus den letzten Dekaden gekennzeichnet. Dieses technologische Wachstum könnte als exponentiell bezeichnet werden, da in jeder Dekade wichtige neue Technologien erschaffen wurden: Computern, Handys, Tablets, GPS... Auf diese Weise wird die Mensch-Computer-Interaktion sowohl in unserem persönlichen als auch beruflichen Leben zunehmend erweitert.

Teil dieses technologischen Fortschritts war im Bereich der Computerspiele sehr bedeutend. Da Computer und ähnliche Geräte immerhin verbessert werden, so wachsen auch die technologischen Möglichkeiten, die am Computerspiel angewandt werden können. Man kann festhalten, dass dieses in der letzten Dekade das erfolgreichste Unterhaltungsmedium ist. Seit dem Computerspiele überhaupt gibt, haben Spielentwickler versucht, spielerische Techniken zu entwickeln, die Menschen am Spiel fesseln zu können. Dabei konnten sie auch die reelle Welt in einer „virtuellen“ darstellen und diese nach Wunsch umwandeln.

Aus diesem Grunde stellten sich schon viele Menschen die selbe Frage: „Was würde geschehen, wenn man echte Probleme spielerischer angehen würde?“. Genauerer: „Was würde passieren, wenn sich die Menschen den Herausforderungen des täglichen Lebens– Arbeiten, Lernen, Einkaufen– mit derselben Begeisterung widmen würden wie einem Spiel?“

Gamification

Genau deshalb wurde der Begriff Gamification erfunden: „Gamification ist die Verwendung von spieltypischen Mechaniken außerhalb reiner Spiele mit dem Ziel, das Verhalten von Menschen zu beeinflussen“¹. Wie der Name schon andeutet, kommt der Begriff vom englischen Wort für Spiel (Game). Allerdings geht es dabei nicht um richtige Spiele. Alternative Begriffe im deutschsprachigen Raum sind „Gamifizierung“ und „Spielifizierung“, aber werden selten benutzt [DND11].

Einige von den sogenannten „spieltypischen Elementen“ können im alltäglichen Leben manchmal auftauchen. Die Punkte, die als Belohnung bzw. Bezahlung vergeben werden, wenn die „Spieler“ bestimmte Tätigkeiten ausüben, können virtuell sein oder die Form realer Preise annehmen (Geld und andere). Diese Gamification-Mechanik ist beispielsweise schon bei manchen Tankstellen und Supermärkten anwesend, wobei, je mehr der Kunde kauft -dieser mehr Punkte bekommt-, desto größerer der Rabatt bei zukünftigen Einkäufen ist. Diese spielerische Techniken ermöglichen auch eine soziale Interaktion und können dennoch den Wettbewerb unter Spielern fördern. Die „besten“ Spieler dabei haben dann eine bessere Leistung oder eine bessere Punktzahl [Sta12].

Zusammenfassend sind die Ziele der Gamification die Motivationssteigerung und Verhaltensänderung bei den Benutzern. Zu den spieltypischen Elementen gehören Beschreibungen mit eigenen Zielen und

¹Blog „Intelligent Gamification“: <http://intelligent-gamification.de>

1. Einleitung

Regeln, Punkte, Preise und andere Belohnungen [Sta12]. Mit diesen Eigenschaften kann Gamification in verschiedenen Bereichen anwendbar sein. Vor allem ist Gamification schon in den Bereichen von Bildung, Gesundheit und Marketing benutzt worden und wird der Zeit immer erfolgreicher [Her14]. Jedoch könnte der Nutzen von Gamification in vielen anderen Bereichen profitabler werden. Mit dem vorher erläuterten technologischen Fortschritt könnte man die Gamification z.B. an der Arbeit, die direkt vom menschlichen Handeln abhängen, nutzen.

Assistenzsysteme bei der Industrieproduktion

Schon in der Industrieproduktion ist diese Art von Arbeit wichtig, vor allem bei der manuellen Montage. Obwohl ein großer Teil dieser durch maschinelle Arbeitsprozesse bewältigt wird [Pin94], kann man bei vielen Bereichen nicht auf den Einsatz der manuellen Montage verzichten. Allerdings können schon Mitarbeiter sich von Maschinen -Assistenzsysteme- bei der Arbeit unterstützen lassen. Bereits viele Unternehmen in der industriellen Umgebung setzen diese Systeme ein, vor allem um die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter zu erhöhen und die Anzahl von fehlerhaften Montagen zu senken. Durch den aktuellen Stand der Technik im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion entwickeln sich diese Systeme immer mehr zu hochtechnologischen Assistenzsystemen. Jedoch wird dabei noch die Interaktion zwischen Arbeiter und Maschinen nur grundlegend unterstützt. Dafür sind in den letzten Jahren schon einige Studien durchgeführt, die die positiven Gegenwirkungen von Assistenzsystemen an der Arbeit messen wollen [SW11].

Leistungsgeminderte Menschen bei der Arbeit

Der deutsche Politiker Wolfgang Schäuble sagte einmal: „Im Grunde sind alle Menschen behindert, der Vorzug von uns Behinderten allerdings ist, dass wir es wissen“². Genau dieser Aspekt ist vor allem in der Betrachtung in einer industriellen Umgebung äußerst interessant. Reguläre Menschen (nicht nur leistungsgeminderte Menschen) können sich bei diesen Technologien stets unterstützen lassen, sodass ihr alltägliches Berufs- und Privatleben erleichtert oder unterstützt werden kann.

Laut dem statistischen Bundesamt³ leben um Jahresende 2013 rund 7,5 Millionen leistungsgeminderte Menschen in Deutschland. Diese Anzahl wurde in zwei Jahren -Ende 2011- um einen 3,6% erhöht. Ungefähr die Hälfte -rund 3 Millionen Menschen- sind in erwerbsfähigen Alter. Dafür ist es sehr wichtig, dass leistungsgeminderte Menschen fähig sind, ein gutes Leben mit einer würdigen Arbeit zu haben. Dafür startete die Bundesregierung die sog. „Initiative Inklusion“. Dank dieser und zusammen mit dem Nationalen Aktionsplans zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention wurde die Entscheidung getroffen, die Teilhabe von leistungsgeminderten Menschen am Arbeitsmarkt deutlich zu steigern [Hen07]. Dabei sollten diese fähig sein, die allgemeine Menschenrechte und Grundfreiheiten im gleicher Masse wie die „normale“ Menschen genießen zu können. Dafür ist oft eine technische Umgestaltung eines Arbeitsplatzes erforderlich [Aic08]. Dabei spielt der Bereich der manuellen Montage eine wichtige Rolle. Dank des Gesetzes zur Förderung der Ausbildung und Beschäftigung von schwerbehinderten Menschen wurden private und öffentliche Arbeitgeber mit jahresdurchschnittlich mindestens 20 Arbeitsplätzen auf wenigstens 5% der Arbeitsplätze schwerbehinderte Menschen zu beschäftigen. So werden häufig Aufträge an geschützten Werkstätten wie der „Gemeinnützigen Wohnstätte und Werkstätten GmbH“⁴ übergeben.

²Wolfgang Schäuble- über sein Leben im Rollstuhl, Focus Nr. 12/2006

³Statistisches Bundesamt: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Behinderte/BehinderteMenschen.html>

⁴<http://www.gww-netz.de/produkte.html>

Viele leistungsgeminderte können der Zeit bei der manuellen Arbeitsmontagen mit Assistenzsystemen unterstützt werden. Diese Idee wurde schon von Korn et al. untersucht worden [KSH13]. Sie sind der Meinung, dass die Unterstützung des heutigen Assistenzsysteme mittels direkter Projektion (in-situ) am Arbeitsplatz durchgeführt werden soll. Dabei kann Gamification auch ein effektiver Weg für die Verbesserung der Arbeitsleistung von beeinträchtigten Menschen sein. Sie kann mithilfe motivierender Komponenten in der industriellen Umgebung als eine Assistenztechnologie betrachtet werden.

Vorherige Arbeiten

Die Gamification bei der Industrieumgebung ist ein neues Forschungsgebiet. Diese wird in dieser Arbeit im Rahmen der kontextbewussten Assistenzsystemen behandelt, die Hinweise direkt am Arbeitsplatz projizieren. Dieses Thema wird auch in vorherigen Arbeiten gründlicher behandelt [Kor14], wobei vor kurzem das entscheidende Element entstanden ist: die Bewegungserkennung mit 3D-Körper-Tracking, die schließlich anwendbar wegen der bezahlbaren Kosten außerhalb der Forschungslabors ist. Diese Bewegungserkennung war erforderlich, um über die prozessorientierte Assistenz am Arbeitsplatz forschen zu können. Es ermöglicht eine natürliche Interaktion, wobei der Benutzer passiv beteiligt ist.

Der Einfluss und Auswirkungen der genannten Assistenz bei der Arbeit kann nur durch das Testen eines Prototypen erkannt werden. Dieses wurde schon im Rahmen vorheriger Projekten wie das Projekt ASLM (Assistenzsystem für leistungseingeschränkte Mitarbeiter in der manuellen Montage) oder das Projekt motionEAP (System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen im Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion) erfolgreich getestet und analysiert⁵. Jedoch war dabei die Gamification selten ein Schwerpunkt.

Durchgeführte Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit werden zwei Gamification-Ansätze vorgestellt, die leistungsgeminderte Arbeiter mittels Projektion während der manuellen Montage unterstützen und motivieren sollen. Die Gamification-Komponenten werden über einen Beamer direkt am Arbeitsplatz projiziert. Je nach Arbeitsprozess bei der Montage, handeln die projizierten Komponenten. Der Mitarbeiter wird bei beiden Ansätzen bei fehlerfreien Montage -mit Punkten oder Pokalen- belohnt. Jedoch verliert er diese, wenn er an einer Montage einen Fehler macht. Die Farben an der Projektion spielen auch eine wichtige Rolle an beiden Gamification-Ansätzen, da diese auf die Produktionsdauer und Fehler bei der Projektion aufweisen. Es ist interessant so, die Motivation von den Mitarbeitern bei der Montage mit den Gamification-Ansätzen zu untersuchen. Dafür werden zwei Studien -eine für jeden Ansatz- durchgeführt. Dabei möchte man auch die Meinung und emotionaler Zustand der Mitarbeiter kennenlernen, sowie einen Vergleich zwischen beiden Ansätzen durchführen. Das allgemeine Ziel ist jedoch, die möglichen Auswirkungen der Gamification für leistungsgeminderte Arbeiter im realen Leben zu diskutieren und zu messen.

⁵Blog motionEAP: <http://www.motioneap.de/category/blog/>

1.1. Methodik

Bei beiden Studien haben alle Teilnehmer zwei Fragebögen ausgefüllt. Diese verfolgten v.a. zwei Ziele: zu einem die Aufdeckung der subjektiven Perspektiven und des Erlebens der an den Studien beteiligten Mitarbeiter. Zum Anderen dienten sie als Begleitforschung und als qualitative Evaluation zur quantitativen Erhebung (Produktionsleistung der Mitarbeiter) mit dem Ziel, die Gamification-Ansätze hinsichtlich ihrer Validität und einer praxisnahen Implementierung mit den auf den Beteiligten Motivationen im Feld zu analysieren.

Quantitative Methode

Dabei war es wichtig bei den Fragebögen die allgemeine Einschätzung von den Teilnehmern vor und nach der Studie zu berücksichtigen. Es war wichtig vor allem, die Wirksamkeit, Effizienz und Zielerreichung der Gamification-Ansätze zu messen.

Bei den beiden Studien wurden normierte Fragebögen benutzt, sodass die Ergebnisse statistisch verglichen werden konnten [Roh78]. Der Fragebogen war bei jeder Studie für alle Teilnehmer der selbe. Die Skala dabei war eine Likert-Skala von 1 bis 5. Auf diese Weise wurden die persönlichen Einstellungen der Teilnehmer mittels positiv und negativ formulierten Aussagen befragt. Aussagen v.a. über die Beurteilung der Gamification, zu dem die Befragten Zustimmung oder Ablehnung in mehreren, vorgegebenen Abstufungen äußern konnten.

Bei den Montagen wurden die Produktionsdauer sowie die Fehleranzahl der Teilnehmer gemessen. Dieses wurde mittels eine Wizard-Of-Studie durchgeführt, wobei Videoaufnahme mittels einer Web-Kamera am Arbeitsplatz benutzt wurde. Am Computer neben dran wurde die Montagearbeit visualisiert und die Leistung der Teilnehmer mit einem erschaffenen Programm gemessen und kontrolliert.

Qualitative Methode

Vor, bei und nach der Studie wurden die Mitarbeiter genau beobachtet: Ihre Befindlichkeit, ihre Begeisterung sowie Bereitschaft wurden vom Experimentator bemerkt und analysiert. Eine weitere benutzte Methode bei der Arbeit war das Interview. Die Interviews waren kurz und wurden nicht schriftlich aufgenommen. Jedoch waren diese nützlich, um die Idee eines neuen Gamification-Ansatzes zu erschaffen. Die Perspektiven und die Meinungen von dem Ansprechpartner bei den Werkstätten mit beteiligten leistungsgeminderten Menschen sowie andere Kollegen Spezialisten im sozial pädagogischen Bereich waren wegen ihrer persönlichen und professionellen Erfahrung sehr hilfreich.

1.2. Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist in neun Hauptkapiteln aufgeteilt. Im ersten Kapitel („Einleitung“) wird der Leser beim Thema eingeführt, wobei es besonderen Wert auf die Gamification, auf die Assistenzsysteme und auf die Arbeit von leistungsgeminderten Menschen gelegt wird.

Anschließend wird im zweiten Kapitel der Hintergrund erläutert. Dabei sind die folgenden verwandten Wissenschaften als Kernthemen betrachtet: Informatik und Technologie; Produktionsmanagement

und Ingenieurwissenschaft; und Ethik. Danach wird im dritten Kapitel der Stand der Technik der beschriebenen Arbeit dargestellt. Dabei werden basierend auf den gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft und Technik, die bedeutende Aspekte für die durchgeführte Arbeit, erläutert.

Im vierten Kapitel werden die allgemeine Anforderungen für die ganze Arbeit dargestellt, d.h. die Anforderungen für die Gamification von industriellen Arbeitsprozessen. Die Eigenschaften eines Gamification-Ansatzes in einer Produktionsumgebung werden u.a. hier erläutert. Im fünften und siebten Kapiteln werden die zwei Gamification-Ansätze entsprechend erklärt: Das Konzept hinter der Idee, die Implementierung und das Programm, das die entsprechende Gamification-Ansätze steuert. Im fünften Kapitel besteht der Ansatz aus einem Kreis-Spiel mit Punkten und im siebten besteht dieser aus einem Pyramide-Spiel mit Pokalen.

Die folgenden Kapiteln beschreiben die Studien mit den entsprechend benutzenden Gamification-Ansätzen. Im sechsten wird die erste durchgeführte Studie mit dem Kreis-Ansatz dargestellt, während im achten Kapitel der zweite Studie mit dem Pyramide-Ansatz.

Zum Schluss wird im Fazit die ganze Arbeit nochmal erfasst: Ob die Ziele bzw. Ausgangshypothesen erfüllt oder verändert werden und ob die Problemen von vorherigen Arbeiten des Standes der Technik verbessert wurden. Auch die Ergebnisse werden hierbei zusammen diskutiert. Zuletzt wird ein Ausblick über zukünftige Arbeiten im Bereich der Gamification von industriellen Arbeitsprozessen dargestellt.

2. Hintergrund

Die Assistenztechnologie (oder Hilfstechnologie) war schon seit immer in zahlreichen Disziplinen tätig und in einer produktiven Weise sehr wichtig [CH95]. Am Anfang war die Assistenztechnologie vor allem auf geistig und körperlich beeinträchtigte Menschen ausgerichtet, aber im Laufe der Zeit tendiert diese zur Lebenserleichterung aller Menschen. Geräte wie z.B. der GPS-Routenplaner werden als ein essentielles und ordentliches Tool für das Auto aufgefasst. Es ist heutzutage ungewöhnlich, neue Autos ohne einen implementierten Routenplaner zu finden. Außerdem wird die Assistenztechnologie in den medizinischen Bereichen immer bedeutsamer. Schrittmachersysteme für das Herz, Gelenkersatzimplantate für die Stabilität in der Hüfte und künstliche Linsen für eine klare Sicht sind einige Beispiele davon. Wie die Assistenzsysteme im Auto dabei helfen, sicher zum Ziel zu gelangen, ermöglicht diese Technologie heute eine bessere Lebensqualität, die noch in den 60er- und 70er-Jahren undenkbar gewesen wäre [Bee13].

2.1. Verwandte Wissenschaften

Bei der Gamification von industriellen Arbeitsprozessen und der Kontext-bewussten Assistenztechnologie im Allgemeinen spielen viele Themen und Schnittstellen aus verschiedenen Wissenschaften und Feldern eine wichtige Rolle. Um ein Überblick des Hintergrunds und Standes der Technik dieser Ausarbeitung zu bekommen, sollen einige bedeutende Aspekte berücksichtigt werden [Kor14].

In der folgenden Abbildung (2.1) kann man die drei große Wissenschaftsfelder betrachten, die eine direkte Beziehung mit dem Thema haben:

- Informatik und Technologie
- Produktionsmanagement und Ingenieurwissenschaft
- Ethik

Diese Disziplinen überlappen sich gegenüber und in der Aktualität haben einen direkten Einfluss zueinander. Da sie im allgemeinen ganz umfangreich und umfassend sein können, werden die nächsten Kapitel sich nur auf die Bereiche konzentrieren, welche eine direkte Rolle mit Assistenzsystemen und der Gamification haben.

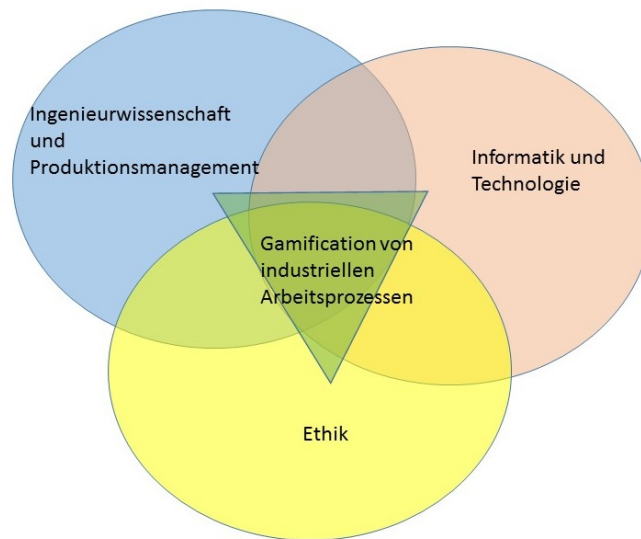


Abbildung 2.1.: Disziplinen mit einer wichtigen Rolle bei der Gamification von industriellen Arbeitsprozessen

2.2. Produktionsmanagement und Ingenieurwissenschaft

Zuerst wird hierbei die allgemeine Arbeit in der Produktionsumgebung beschrieben. Wie wichtig die Montagearbeiten dabei sein können, sowie die Messung von Arbeitsprozessen MTM werden auch erläutert.

2.2.1. Arbeit in der Industrieproduktion

Die Industrie im Ganzen ist durch die Produktion und Weiterverarbeitung von materiellen Gütern oder Waren gekennzeichnet. Sie generiert mehr als ein Drittel der Wertschöpfung der deutschen Volkswirtschaft und beschäftigt zusammen unmittelbar zwölf Millionen Menschen. Das entspricht knapp 30 % aller Beschäftigten in Deutschland. Ohne die Leistungs- und Innovationsfähigkeit der Industrie sind die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Herausforderungen, vor denen die Gesellschaft steht, nicht zu bewältigen ¹.

Es ist deshalb wichtig, über die Arbeit in der Industrieproduktion zu forschen und eine Entwicklung von dieser anzustreben. Dabei wird die Industrieforschung bei größeren Unternehmen betrieben, die ein Interesse an einem technologischen Fortschritt und praktisch umsetzbaren Erkenntnissen haben [Mar00].

¹Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.: <http://www.bdi.eu/Industrieland-Deutschland.htm>

Ein erheblicher Aspekt ist die Erleichterung der verschiedenen Tätigkeiten bei der Arbeit und die Motivation für diese. Die Aufgaben in der Industrieproduktion können oft repetitiv und langweilig für Mitarbeiter sein, was sie sehr unmotiviert. Für sie ist es natürlich uninteressiert ein unter selben Tätigkeiten nachzugehen ². Dabei kann diese repetitive Arbeit häufig fehleranfällig sein und die Produktion des ganzen Unternehmens sich aus diesem Grund negativ entwickeln.

Außerdem haben erfolgreiche Unternehmen normalerweise ein gutes Betriebsklima und eine gute Unternehmenskultur. Nicht nur mit der Arbeit sondern auch mit der positiven Stimmung von den Mitarbeitern und Kunden kann diese durcheinander gebracht werden. Wenn Arbeitgeber ihren Mitarbeitern neue motivierende Möglichkeiten eröffnen, forcieren sie neue Ziele und ermöglichen ihnen, sich in einer angenehmen Atmosphäre und einer inspirierenden Stimmung zu beteiligen. Die Motivation kann sich von Mitarbeitern auf andere Angestellte übertragen und sich sowohl negativ als auch positiv auswirken. Daraus resultierend kann die positive Gefühlslage der Mitarbeiter an ihren entsprechenden Arbeitsplätzen die Industrieproduktion eines Unternehmens verbessern. Somit ist es wichtig, dass Arbeitgeber der Motivation von ihren Mitarbeitern Bedeutung beimessen sowie eine bessere Stimmung am Arbeitsplatz ihres Unternehmens anstreben. Diese Aspekte spielen eine wesentliche Rolle in der Entwicklung der Industrieproduktion [BMB12].

Assistenzsysteme im Produktionsmanagement

Bereits seit einiger Zeit existieren beim Produktionsmanagement Assistenzsysteme und aufgabenspezifische Geräte und Tools, die u.a. das Berufsleben von den Mitarbeitern erleichtern und sichern können. Arbeitgeber haben seit jeher das Interesse, berufliche Unfälle zu verringern und die Leistungen ihrer Mitarbeiter auf ein Höchstmaß zu bringen. Darum sind schon einige Konzepte und Systeme der Informatik und Assistenztechnologien aus dem anfänglichen Vorhaben und Ideen der Produktion und Automation genommen worden.

Viele Menschen arbeiten beispielsweise oft mit gefährlichen Stoffen oder schwergewichtigen Lasten. Dabei sind alle „gesunden“ Menschen ebenfalls beeinträchtigt, da sie in gewissen Maße mit ihren Fähigkeiten an Grenzen stoßen und eine Unterstützung für ihre Arbeit erforderlich [Kor14].

2.2.2. Montagearbeitsplätze

Bei der Montage in der industriellen Fertigung geht es um den planmäßigen Zusammenbau von Bauteilen und oder Baugruppen (Modulen) zu Produkten. Dabei sind seit langer Zeit die handbetriebenen Montagearbeitsplätze sehr wichtig. Hierbei kann es jedoch zu menschlichen Versagen kommen, wodurch Arbeiter allmählich von Maschinen ersetzt werden, die für das Unternehmen rentabler sind [ZWE⁺].

Trotzdem wird es immer einen hohen Bedarf an kundenspezifischen und maßgefertigten Produkten geben. Demzufolge bleibt die Notwendigkeit von manuellen Produktionen und kann sogar erhöht werden, sodass man bereits über eine Rückführung der „Manufaktur“ sprechen kann. Sogar in der aktuellen digitalen Zeit mit virtuellen Fabriken und Cyber-physischen Systeme wird der Bedarf von der manuellen Montagearbeit paradoxerweise immer höher [Kor14].

²Marketing und Business Blog: <http://finslab.com/geld-magazin/verwaltungsmitarbeiter/wie-mitarbeiter-die-routine-repetitive-arbeiten-jobs-motivieren.php>



Abbildung 2.2.: Industrieller Montagearbeitsplatz von Schnaithmann GmbH³

Das typische Design eines manuellen Montagearbeitsplatzes beruht auf der Definition der Montageaktivität. Nach dem VDI 2860, Verein deutsche Ingenieure 1990, besteht der Arbeitsprozess aus fünf Aktivitäten: Zusammenbau oder Verbindung (z.B. Verschraubung), Abfertigung (z.B. Greiferaushub), Kontrolle (z.B. Messen), Justierung (z.B. Tuning) und Zusatzfunktionen (z.B. Putzen). Alle beschriebenen Tätigkeiten beziehen Hände, Arme und Augen ein, deshalb spielt die Ergonomie dabei eine wichtige Rolle [Tan13].

Diese Ergonomie wird schon teilweise von einigen Unternehmen mit modernen Montagearbeitsplätzen angeboten. Die meisten in der Aktualität sind aktuell aus Aluminiumformen aufgebaut. Sie integrieren Lampen mit Bedarfsenergie und halten Arbeitsplatten aus verschiedenen Materialien. Vor allem für eine manuelle Montagearbeit ist ein Arbeitsplatz erforderlich, der einen Zugriff auf kleine Lastengepäckträger mit kleinen Produkten, wie kleine Schrauben flexibel anbietet (siehe Abbildung 2.2). In einem beruflichen Kontext werden diese kleine Lastengepäckträger als „Boxen“ und Behälter („containers“) bezeichnet [Kor14].

2.2.3. Messung der Arbeitsprozesse mit MTM

Die Methoden-Zeiten-Messung (MTM, aus dem englischen Methods-Time Measurement) ist ein Kontrollsystem von vorbestimmten Zeiten. Es wird hauptsächlich im industriellen Umfeld verwendet und zur Planung manueller Arbeitsabläufe eingesetzt. Es ist besonders wichtig, schon während der Planungsphase von Massenfertigungen zu ermitteln, wie lange ein Mensch für bestimmte Tätigkeiten

³<http://www.schnaithmann.de/>

benötigt. Das System wurde im Bereich der Planungsprozessen gegründet, da zum Erstellen einer Analyse Kenntnisse über den Aufbau des Arbeitssystems sowie eine Vorstellung vom geplanten Arbeitsablauf notwendig sind [KB87].

Die Grundlagen der MTM wurden 1940 von HB Maynard, JL und GJ Schwab Stegemerten für einen Beratungsauftrag an der amerikanischen Firma „Westinghouse Brake and Signal Company Ltd“ entwickelt. Die Daten und Anwendungsregeln für das MTM-System wurden erweitert und perfektioniert, indem sie in der Industrie erprobt und als Ergebnis der weiteren Arbeiten in späteren Jahren dokumentiert wurden. Im Jahre 1948 veröffentlichten Maynard, Stegemerten und Schwab das Buch „Methoden der Zeitmessung“ mit den Details der Entwicklung des MTM-Systems und ihren Anwendungsregeln. Das System MTM wurde, zuerst in den USA und später in anderen Industrieländern, genutzt und verteilt. In 1951 wurde die USA-Kanada-MTM Assoziation für Standards und Forschung von MTM Benutzern gebildet und im Laufe der Zeit auch andere rationale Assoziationen gegründet. So wurde beispielsweise die internationale MTM Direktion (IMD)⁴ gegründet, die die Arbeit von den nationalen Assoziationen koordiniert [KB87].

Bei der Anwendung von MTM werden die Bewegungen von Menschen auf diese Grundbewegungen zurückgeführt, für die die benötigte Zeit bekannt ist. Die kleinsten Bewegungselemente sind dabei in MTM-1 erfasst. Die Grundbewegungen sind: ein Objekt oder Lokalisation erreichen; ein Objekt fassen, ein Objekt einen Abstand zu einem festgelegten bestimmten Ort verschieben; ein Objekt wieder fassen, um es in einer besonderen Weise festzulegen und ein Objekt loszulassen.

Die bei der MTM-Analyse verwendete Zeiteinheit ist die TMU (aus dem engl. Time Measurement Unit)⁵. Ein TMU entspricht 0,036 Sekunden, sodass 100.000 TMU einer Stunde entsprechen. Zu diesen Grundbewegungselementen sind in Tabellen empirisch mit Hilfe von Zeitlupenaufnahmen ermittelte Zeiten hinterlegt, meist noch in Abhängigkeit weiterer Parameter (z.B. Dauer oder Distanz) und auf englisch mnemotechnisch codiert („R“ für Reach -reichen- beispielsweise) [ltd00] .

Auf diese Weise gibt es eine weltweit einheitliche Codierung der Bewegungselemente, sodass verschiedene Analysen nachvollziehbar für Menschen von anderen Ländern werden können. Somit lassen sich in einem Unternehmen die Anwendung einheitlicher Verfahren und Methoden realisieren, die einerseits einheitliche Qualitätsstandards und andererseits vergleichbare Aufwände quantifizierbar machen [KB87].

⁴<http://mtm-international.org/>

⁵Arbeitswissenschaft II: Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen - [http : //www.iaw.rwth – aachen.de/download/lehre/vorlesungen/2005 – ss – aw2/aw2_4_s2005.pdf](http://www.iaw.rwth-aachen.de/download/lehre/vorlesungen/2005-ss-aw2/aw2_4_s2005.pdf)



Abbildung 2.3.: Job Interview via Webcam⁷

2.3. Informatik und Technologie

Im Rahmen der Informatik werden hierbei die wichtigsten Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion, vor allem bei der Assistenztechnologie, erläutert.

2.3.1. Mensch-Computer-Interaktion

Die Mensch-Computer-Interaktion MCI, (englisch Human-Computer Interaction, HCI) ist ein Teilgebiet der Informatik, das sich mit der benutzergerechten Gestaltung von interaktiven Systemen und ihren Mensch-Maschine-Schnittstellen beschäftigt. Dabei werden neben Erkenntnissen der Informatik auch solche aus der Psychologie, der Arbeitswissenschaft, der Kognitionswissenschaft, der Ergonomie, der Soziologie und dem Design herangezogen [Hei11]. Aus Sicht der Informatik ist ein Assistenzsystem vor allem, und so die Gamification in der industriellen Umgebung, ein rechnergestütztes System, das Benutzerdaten mit Sonderanforderungen integriert. Deshalb sind die Assistenzsysteme eine Unterdisziplin der Mensch-Computer-Interaktion, sie können als ein Mensch-Computer-System betrachtet werden.

Seit 2006 hat der Begriff von Mensch-Computer-Interaktion eine größere Bedeutung in der Informatiklehre bekommen. In diesem Jahr empfiehlt das Präsidium der Gesellschaft für Informatik ein Curriculum für ein Basismodul zur Mensch-Computer-Interaktion [Her09]. Diese Empfehlung konkretisierte für Bachelor- und Master-Programme im Studienfach Informatik an Hochschulen in Bezug auf die dort geforderten „Kenntnisse, wie Mensch-Maschine-Schnittstellen anwendungsgerecht und ergonomisch modelliert werden“⁶. In den meisten Universitäten und Hochschulen gibt es mittlerweile ein Basismodul, wie es von der Empfehlung gefordert wird.

⁶Gesellschaft für Informatik e.V. (GI): Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen - https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/GI-Empfehlung_BaMa2005.pdf

⁷<http://blog.pgi.com/2011/02/>

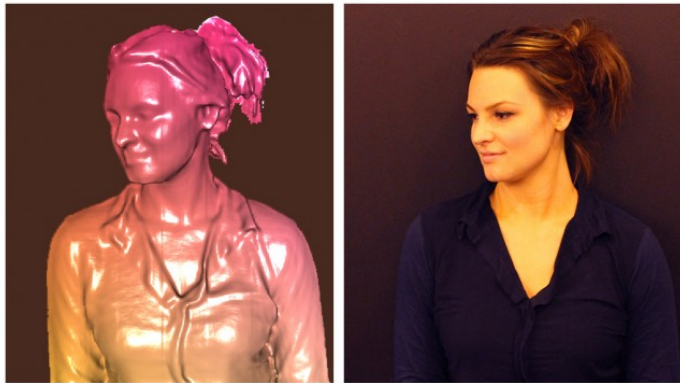


Abbildung 2.4.: Links: 3-D Darstellung von der Kinect-Fusion Kamera (dank kinetischen Sensoren), rechts: Foto mit einer normalen digitalen Kamera⁸

Bei der MCI wird der Mensch in ein ihm fremdes System gesteckt, in dem er den Anforderungen der Maschinen genügen muss. Die Übertragung seiner Erfahrung führt dann zu „Fehlern“. So weist Reason [Rea96] darauf hin, dass es sich bei menschlichen „Fehlern“ keineswegs um „Systemdefekte“ des Systems Mensch handelt. Systematische Fehler haben viel mehr ihren Ursprung in nützlichen, funktionalen und adaptiven Prozessen.

Trotz allem kann ein Mensch-Maschine-System den Menschen häufig zwingen, fehlerfrei zu handeln, d.h., seine Handlungsregulation einem Computerprogramm ähnlich zu „programmieren“. Das „normale“ Leben ist mit einem begrenzten Aufwand an Planung und Aufmerksamkeit zu bewältigen [ZBP89].

Im aktuellen Alltagsleben werden Computer und Maschinen immer wichtiger. Schon mit den persönlichen Computern existiert seit langem eine Mensch-Computer-Interaktion, die mithilfe der Maustaste, Tastatur und andere Joysticks möglich ist. Diese Interaktion wurde im Laufe der letzten Jahren formalisiert und noch mit dem Aufkommen der Webkamas bekräftigt [Hei11, Kor14]. Dabei wurde die Kommunikation Mensch-Computer auch noch verstärkt, da die Webcams zusammen mit Computermikrofonen und Internet Videoanrufen zwischen Unsern weltweit vermitteln können. Nicht nur im einem persönlichen, sondern auch in einem beruflichen Umfeld haben diese Webcams einen großen Einfluss gehabt und ermöglichen diese computergestützte persönliche Interviews sogar.

Nach dem kulturellen Boom der Webcams erhalten auch langsam umfassende Sensoren eine große Bedeutung. Diese integrieren Live-Daten aus der realen Welt ohne die Notwendigkeit einer menschlicher Interaktion. Von diesem Zeitpunkt an begannen die MCI-Bereiche schnell zu wachsen. GPS und Bewegungssensoren als Input-Faktoren sowie Mobiltelefone, Tablets und Beamer als Output-Faktoren kamen schnell nacheinander heraus [Kor14].

Implizite Interaktion

Die Begriffe „implizite MCI“ (oder natürliche) und „implizite Verwendung“ wurden im Jahre 2000 schon erweitert. Eine vorgeführte Aktion bei einem Benutzer, deren hauptsächliches Ziel nicht die Interaktion mit einem Computersystem ist [Sch00]. Dabei ist bei dieser impliziten oder natürlichen Interaktion der Benutzer passiv beteiligt. Dieser wird durch das System (Geräte) beobachtet (Kameras, Sensorik, usw), sodass das System selbständig Ereignisse und Handlungen auslöst. Diese Art von kontext-bewusster Information besitzt eine sehr positive Eigenschaft, da diese auf Displays in verschiedenen Alltagssituationen zur Verfügung gestellt werden kann [SKH05]. Dadurch ist es auch sinnvoll, körperliche Bewegungen aus dem beruflichen Alltagsleben für die Interaktion mit Geräten und projizierten Information in diesen Arbeitskontexten zu nutzen [Kor14].

Diese implizite Interaktion entwickelte sich am Anfang vor allem in der Spielindustrie. Die Nintendo Wii wurde im Jahre 2006 in Japan zum Verkauf freigegeben und hatte einen enormen Erfolg. Ihr wesentliches Merkmal ist ein Controller, der herkömmlichen Fernbedienungen ähnelt, aber über eingebaute Bewegungssensoren verfügt. Diese registrieren die Lage und die Bewegungen des Controllers im Raum und setzen sie in entsprechende Bewegungen von Spielfiguren oder -elementen auf dem Bildschirm um. Mussten die Nutzer bei herkömmlichen Spielsystemen Knöpfe des Controllers oder Analogsticks betätigen, so können sie die Spiele steuern, indem sie den Controller selbst bewegen. Das Spielsystem aus Hardware und Software misst dabei die dreidimensionalen Bewegungen des Nutzers⁹. Die Interaktion ist daher direkter als mit einer Tastatur und Maustaste und wird natürliche Interaktion (NI) genannt. Diese spielerische Technologien wurden demnächst in anderen Felder benutzt und an von Therapeuten und Forschern angepasst [KASH13].

Trotzdem gibt es in den letzten Jahren bei manchen technologischen Fortschritten einen paradoxen Effekt, da diese zwar den Computer näher an den Menschen bringen, aber den technologischen Abstand erhöhen. Die Steuerung aus der Mimik ermöglicht den Computer, unsichtbar zu werden, oder wie der amerikanische Wissenschaftler Mark Weiser meint, universell („Ubiquitous Computing“) zu werden: Die Allgegenwart (Syn.: Ubiquität; engl. ubiquity, von lat. ubique „überall“) der rechnergestützten Informationsverarbeitung (EDV) [Wei93]. Auf dieser Weise ist das idealste Assistenzsystem, vor allem bei beeinträchtigten Menschen, universell und durch natürliche Interaktion gesteuert [Kor14].

2.3.2. Assistenztechnologie

Die Assistenztechnologie gehört zu dem Bereich der Mensch-Computer-Interaktion. Diese macht sich nicht nur nützlich für leistungsgeminderte Menschen machen, sondern auch für alle Menschen ohne Handicap. Die Technologie macht in zunehmendem Maße in unserem Alltagsleben mit. Je nachdem wie der Begriff verstanden wird, können Aufzüge oder Autos auch als Assistenzsysteme betrachtet werden, da diese die Menschen unterstützen. Dank diesen „Instrumenten“ können die Menschen sich schneller und dynamischer (als zu Fuß) bewegen. Die Verwendung von Geräten für die Steigerung oder Erweiterung (engl. augmentation) der menschlichen Fähigkeiten bringt immer

⁸<http://www.wired.com/>

⁹<http://www.nintendo.de/Wii/Wii-94559.html>



Abbildung 2.5.: Modell eines möglichen Aufstehen von einem Mann dank der Assistenztechnologie¹⁰

einem technologischen Fortschritt mit sich [Kor14]. Diese Erweiterung kann nicht nur das reguläre Leben erleichtern sondern auch dieses sicherer machen.

Bei den Autos z.B. wird die Sicherheit im Straßenverkehr durch Einsatz von neuen Technologien und assistierenden Systemen gesteigert. Die Sensorik der Fahrzeuge wird auch bei der Lichtsteuerung die Sinne des Menschen ergänzen und unterstützen. Adaptive und vertikale Hell-Dunkel-Grenzen werden z.B. die Sicht im nächtlichen Verkehr verbessern [PSS12]. Nicht nur das, haben die heutigen Fahrassistenzsysteme wie z.B. die Zielführungssysteme das Design des inneren Raums des Autos neu definiert (siehe Abbildung 2.6.) [KS09]. Trotzdem wird sich diese Arbeit nur an der Assistenztechnologie für leistungsgeminderte Menschen konzentrieren.

Die festgelegten Disziplinen für die Forschung an leistungsgeminderten Menschen sind Medizin, Psychologie oder Sozialpädagogik. Die Unterstützung dieser Zielgruppen bedeutet häufig eine Kombination von verschiedenen Technologien. Sowohl beim Rollstuhl (1933 erfunden), den man als einen Pionier der Assistenzsysteme betrachten kann, als auch bei den heutigen „augmentierten“ Assistenzsysteme werden verschiedene interdisziplinäre Ansätze früher und häufiger als in anderen Bereichen eingesetzt [Kor14].

Im Bereich der Informatik sind das Potenzial und die Möglichkeiten der Assistenztechnologie exponentiell gewachsen. Im Laufe der Jahre werden relativ neue Technologien wie Sensoren und Bewegungsdetektoren billiger. Auf diese Weise haben die Assistenzsysteme die benötigte Information von dem Nutzer und passen sich gegebenenfalls an ihn an, um ihre Bedürfnisse sowie Wünsche zu realisieren. Diese zusammen mit dem Erfolg von dem „ubiquitous Computing“ haben viele neue Anwendungen ermöglicht. Es gibt schon Forschungen über die sog. Cyber-physischen Assistenzsysteme, die Pulsfrequenz, Blutdruck, Augenbewegungen, metabolischen Arbeitsbedarf, Laune und Stimmung und ausgleichende Bewegungen integrieren möchten [MLH⁺09].

Darüber hinaus können z.B viele Aktivitäten für leistungsgeminderte Menschen schon auf Bildschirmen mittels Kameras und Sensoren auf höchstem Detaillierungsgrad überwacht und kontrolliert

¹⁰<http://www.diybiomechanics.com/>

2. Hintergrund



Abbildung 2.6.: Mögliches Modell der zukünftigen Fahrassistent für automatisiertes Fahren¹¹

werden. Dabei spielen die kontext-bewusste Assistenzsysteme CAAS (aus dem engl. context-aware assistive systems) eine wichtige Rolle. Diese können in kleinen und engen Räumen sehr nützlich dank der Integration von Bewegungstiefsensoren werden. Deshalb wird dieser CAAS als Prototyp für diese Arbeit in der Produktionsumgebung verwendet.

2.3.3. Wizard-of-Oz Experiment für Assistenzsysteme

Als Wizard-of-Oz-Experiment wird in der Mensch-Maschine-Kommunikation ein Experiment bezeichnet, bei dem ein Mensch (Proband) mit einem autonomen (im Sinne der Künstlichen Intelligenz) System zu kommunizieren annimmt. Trotzdem wird in Wirklichkeit ein anderer Mensch im Verborgenen die Reaktionen des Systems erzeugen. Die Bezeichnung kommt aus dem Musicalfilm „Der Zauberer von Oz“ aus dem Jahr 1939 [DJA93].

Diese Technik wird häufig in den Bereichen der experimentellen Psychologie, menschliche Faktoren, Ergonomie, Linguistik und Usability Engineering verwendet, um eine Prüfung oder iterative Design-Methodik zu beschreiben, bei dem ein Experimentator (der „Wizard“, Zauberer) im Labor das Verhalten einer theoretischer intelligenten EDV-Anwendung simuliert (oft beim Auffangen der gesamten Kommunikation zwischen Teilnehmer und System in einem Nachbarzimmer oder in der Nähe. Normalerweise werden die Teilnehmer nicht davon informiert sein, so dass das Experiment natürliche Verhaltensweisen von ihnen fordert [Kel].

Solche Experimente werden durchgeführt, um mögliche Reaktionen von potenziellen Benutzern eines Systems zu sammeln, das gerade erst entwickelt wird. Dabei kann es sich beispielsweise um ein Dialogsystem handeln, das in einer Domäne eingesetzt werden soll, für die es noch keine Erfahrungsdaten gibt. Außerdem kann es wertvolle Informationen wie menschliche Reaktionen und nicht vorhandene

¹¹cdn.pressebox.de/a/05e0a825ed46db41/attachments/0540331.attachment/filename/Continental_Indexprint_Automatisiertes_Fahren.pdf

¹²<http://www.is.kau.se/jsp/ozlab/ozlab2.gif>

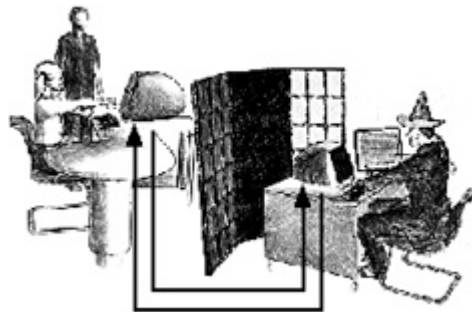


Abbildung 2.7.: Wizard-of-Oz Studie (Abbildung von Anders Karlsson¹²)

Interaktionen für zukünftige Designs sammeln. Darüber hinaus können Experimentatoren die Interaktion von nicht-fertigen Systemen testen und auf diese Weise Kosten sparen, anstatt das „teure“ Modell von Anfang an aufzubauen [Kel].

Dennoch ist es schwierig, konsequente und konkrete Antworten über mehrere Sitzungen zu sammeln. Deshalb sollten alle möglichen „Verhaltensanweisungen“ für den Experimentator zur Verfügung stehen. Dabei sollte nicht jede Einzelreaktion beschrieben sein, sondern sollte er nur die vorhersehbaren und typischen Situationen kontrollieren.

In der Umgebung von Assistenzsystemen wird solches Experiment in den Studien oft aufgeführt, da es sich häufig um sichere und zuverlässige Erkennungssysteme handelt. Manche Systeme finden sich noch in einem Probestatus, aber man möchte trotz allem, die Auswirkungen von diesem in dem realen Berufswelt der Mitarbeiter ausprobieren und insbesondere, dieses System für eine sichere Erkennung von Fehlern durchführen und ihre möglichen Folgen testen.

2.4. Zielbenutzer

Das betrachtende System bei der Arbeit ist für leistungsgeminderte Produktionsarbeiter in der industriellen Umgebung gedacht.

2.4.1. Leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Menschen in der Produktion

Laut dem bundesdeutschen Recht wird die Beeinträchtigung so definiert:

Menschen sind beeinträchtigt, „wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit [...] von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist“¹³.

¹³<http://www.dbsv.org/index.php?id=974>

2. Hintergrund

Leistungsgeminderte Menschen haben auch nach der „UNKonvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen“ spezielle Rechte, z.B. gleiche Rechte in Bildung, Arbeitswelt und kulturellen Leben. Sie haben das Recht im Arbeitsalltag integriert zu werden und eine an ihre Gegebenheiten angepasste Arbeit zu verrichten ¹⁴.

Diese haben auf der einen oder anderen Weise Schwierigkeiten und Probleme bei ihrer alltäglichen Aktivitäten und Berufsleben. Meistens können sie deshalb ein Kompetenzdefizit erlangen, das zur Einschränkung in die Gesellschaft führen kann. Man soll berücksichtigen, dass der Prozentanteil beeinträchtigter Menschen in unserer heutigen Gesellschaft ziemlich groß ist [Aic08].

Die Unternehmen in der Aktualität müssen stärker auf die Erfahrungen beeinträchtigter Arbeitnehmer bauen, die im normalen Alterungsprozess körperliche und geistige Einbußen erlitten haben. Obwohl der Anteil der leistungsgewandelten Arbeitnehmer in Deutschland stetig wächst, betrug 2012 die Beschäftigungsrate zwischen den 55- bis 64-jährigen nur 62 Prozent ¹⁵. Obwohl Deutschland im europäischen Vergleich damit im vorderen Drittel liegt, haben viele europäische Länder weiterhin deutlich höhere Beschäftigungsraten. Arbeitnehmer werden in Zukunft ein längeres Erwerbsleben haben und müssen auch im höheren Alter aktiv an diesem teilnehmen können. Arbeitgeber müssen darauf reagieren und Arbeitstätigkeiten und Arbeitsbedingungen an ihre Mitarbeiter anpassen [BMB12].

Die Arbeit von leistungsgeminderten Menschen wird deshalb auch immer wichtiger. In der Aktualität zwingen viele Länder die verschiedenen Unternehmen, einen bestimmten Prozentsatz von Menschen mit Behinderungen zu beschäftigen. Die Werkstätten mit einem industrienahen Leistungsangebot, wo leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Menschen arbeiten, stehen vor den gleichen Herausforderungen wie das Industrieunternehmen. Nur mit optimal aufeinander abgestimmten und wandlungsfähigen Geschäftsprozessen, effizienten und flexiblen Produktions- und Montageprozessen können sie im Wettbewerb bestehen. Es gilt deshalb für alle Projekte das Ziel die behinderte Mitarbeiter entsprechend ihrer Fähigkeiten mit einzubeziehen, z.B. in die Produktionsprozesse [FKS14].

Unterstützte und geschützte Arbeit

In den Projekten nutzten viele Organisationen die Erfahrungen aus seinen „klassischen“ Industrieprojekten, um durch die Entwicklung und Umsetzung innovativer, zukunftsorientierter, aber auch auf die spezifischen Anforderungen von Behindertenwerkstätten abgestimmte Lösungen die Wettbewerbsfähigkeit der Werkstätten zu sichern und auszubauen [BMB12].

Unternehmen, die mehr als 20 Beschäftigte haben, werden per Gesetz verpflichtet 5% der Belegschaft mit Menschen mit Behinderungen zu besetzen. Diese Verpflichtung kann in einer Kooperation mit Werkstätten für behinderte Menschen eingelöst werden. Leistungsgeminderte Arbeiter bedürfen jedoch einer Führung und einer Aufsicht durch einen Betreuer [Mar14]. Diese individuelle menschliche Assistenz ist jedoch nicht wirtschaftlich. Diese Organisationen und Unternehmen müssen nicht nur die verschiedene Art der Beeinträchtigung von den Mitarbeitern beachten, sondern auch, dass jeder einzelne eigenartig ist und deshalb einen besonderen Umgang braucht.

¹⁴Sozialgesetzbuch IX (dort: § 2 Abs. 1), Bundesdeutsches Recht - [http : //www.gesetze - im - internet.de/sgb9/BJNR104700001.html](http://www.gesetze-im-internet.de/sgb9/BJNR104700001.html)

¹⁵Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (BDI) - [http : //www.bib - demografie.de/DE/ZahlenundFakten/zahlenundfakten_n_ode.html](http://www.bib-demografie.de/DE/ZahlenundFakten/zahlenundfakten_n_ode.html)

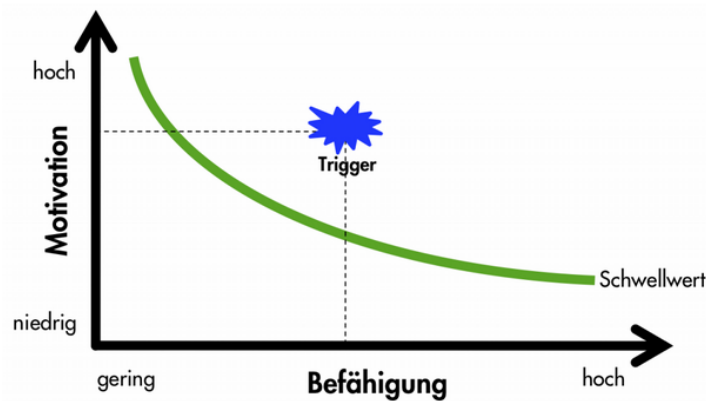


Abbildung 2.8.: Das Fogg Verhaltensmodell¹⁷

2.5. Gamification in anderen Bereichen

Um eine globale Übersicht über die Gamification in industriellen Arbeitsprozessen zu bekommen, ist es wichtig, die Rolle und Bedeutung von dieser in anderen Bereichen zu verstehen. Während diese in den Bereichen Gesundheit, Bildung oder Marketing schon bekannt ist, sind ihre Auswirkungen auf die Arbeitnehmer in industriellen Umgebungen selten untersucht worden.

Einer der wichtigsten Ziele hinter allen Gamification-Projekten, egal in welchem Bereich, Gesundheit, Bildung oder industrieller Arbeit, ist die Beeinflussung von Verhalten. Wissenschaftler möchten stets folgende Fragen beantworten können: „Was führt dazu, dass ein Mensch etwas Bestimmtes tut oder unterlässt?“ bzw. „Wie bekomme ich ihn dazu, etwas Bestimmtes zu tun oder zu lassen?“¹⁶.

Die Antworten können nicht immer gleich sein, sie hängen von bestimmten Kriterien ab, trotzdem kann sich der grundlegende Mechanismus dahinter laut dem amerikanischen Psychologen B. J. Fogg generalisieren. Schon Jahre vor der Entstehung des Begriffs „Gamification“, hat er ein psychologisches Modell aufgestellt, das die Zusammenhänge zwischen den wichtigsten Einflussfaktoren erklärt. Er meinte es müssen drei Faktoren zusammenkommen, damit ein Mensch etwas tut: Motivation, Befähigung und Trigger [Fog09].

Genauer betrachtet bedeutet dies, dass es einen guten Grund (etwas zu tun) geben muss; dass der Mensch in der Lage (etwas zu tun) ist; und dass es einen Impuls geben muss, der die richtige Mischung von Motivation und Befähigung entzündet (von engl. trigger); und den Menschen dazu bringt (etwas zu tun). Das Fogg-Behavior-Modell behauptet, dass es für jede Aktion einen Schwellwert gibt, der aus der Kombination von Motivation und Befähigung hervorgeht. Wenn die Motivation z.B. hoch ist, ist ein Mensch bereit, Dinge zu tun, zu denen er nur eine geringe Befähigung empfindet (die für ihn schwer sind) [BMB12]. In der Abbildung 2.8. kann man das Modell graphisch betrachten [Fog09]:

¹⁶Blog intelligent gamification - <http://intelligent-gamification.de>

¹⁷<http://intelligent-gamification.de/2011/06/15/verhalten-beeinflussen-gamification-fog/>

2. Hintergrund

BJ. Fogg ist der Meinung, dass die Menschen insbesondere beim Spielen die Computer als Personen behandeln. Um den beschriebene „Trigger“ zu aktivieren oder ändern, Menschen sollen motiviert werden und gleichzeitig imstande die Fähigkeit besitzen, neue Herausforderungen zu lösen. Gamification bringt auch einem sozialen Spiel und einer Interaktion mit anderen Teilnehmern mit sich. Fogg erklärt, dass, wenn die Menschen eine soziale Präsenz wahrnehmen, reagieren sie in einer natürlichen sozialen Weise und haben Gefühle wie Empathie oder Wut [Mun11].

2.5.1. Gamification in Bildung

Spielen war über viele Jahrtausende die wichtigste Methode für die Ausbildung des menschlichen Nachwuchses. Das gilt nicht nur für Menschen, sondern auch für viele Tierarten, die beim Spielen in ihrer Ausbildungsphase für ihr zukünftiges Leben üben (z.B. junge Säugetiere).

Andererseits wurde vor vielen Jahren in der Pädagogik bewiesen, dass Spiele nicht nur zur Unterhaltung sondern auch zur Erreichung lebenspraktischer Ziele dienen können [KASH13]. So ist es nicht ungewöhnlich, dass Lehrer sich auf die Suche nach einer besseren Lernfähigkeit ihrer Schüler z.B. mit einem kleinen Ausschreiben begeben haben. Weitere ähnliche Beispiele sind die Lieder, die einige Kinder in der Schule lernen müssen. Lieder z.B. mit den Listen von den Präsidenten oder Landschaftsformen. Je mehr man dieses Lied singt (hier steht das Singen als Spiel), desto besser man die Listen auswendig kann ¹⁸.

Jedoch verbringen junge Menschen in der aktuellen Gesellschaft viel Zeit mit Computerspielen oder Informations- und Kommunikationstechnologien. Deshalb ist es sinnvoll, dass der Prozess des Lernens der Spielmechanik mit virtuellen Spielen umgesetzt wird.

Tatsächlich wurde vor einigen Jahren schon im Bereich der Bildung der Begriff „Serious Games“ (ernste Spiele) für Lernsoftware mit Multimedia-Elementen und kleine Spiele errichtet. Dieser Serious-Games-Ansatz ist ein Beispiel für „Gamification“, bevor dieser Begriff weit verbreitet war [KASH13]. Diese „ernste Spiele“, im Gegensatz zu den regulären, dienen nicht primär oder ausschließlich der Unterhaltung, sondern der Förderung ernsthafter Aspekte. Zum Beispiel die verschiedenen Knochenbezeichnungen des Körpers kennenzulernen. Ziel dieser Implementierung ist meist die stärkere Involvement der Spielenden mit der Erhöhung von Motivation bei dem Spiel [DND11].

Spielen ist Lernen

Spielen und Lernen hängt viel enger miteinander zusammen, als vielen Menschen bewusst ist. Innovative Pädagogen stellen jetzt fest, dass mit Freude alles sich am besten lernt. Einigen von denen gemeinsam mit Spieldesigner und Arbeitern aus der IT-Industrie haben sich schon Gedanken davon gemacht und das Projekt Quest to Learn (kurz q2l) gegründet. Es handelt sich um eine offizielle Schule in New York, die von den Motivationsmechanismen (Spielmechaniken) guter Computer-Spiele durchdrungen ist. Momentan gibt es nur zwei Jahrgangsstufen, die sechste und siebte Klasse des US-amerikanischen Schulsystems, aber weitere Klassen werden ergänzt, während die anderen Kinder älter werden ¹⁹. Die Kinder spielen nicht die ganze Zeit Computerspiele, sondern sie werden

¹⁸Gamification: Qué, Dónde, Porqué - <http://www.engage.com/blog/gamification-que-donde-porque/>

¹⁹<http://www.instituteofplay.org/work/projects/quest-schools/quest-to-learn>

durch Design-Methodik, Innovation, Technologie und intelligenten Werkzeugen neben anderen guten Lebenswerte gelehrt und für die Hochschule und die Welt vorbereitet.

2.5.2. Gamification in Gesundheit

Ein weiterer wichtiger Lebensbereich ist neben Bildung, die Gesundheit. Bei beiden führt die Wiederholung von Aufgaben zum Erfolg. Sowohl in der Ausbildung als auch in Sport oder Rehabilitation sind die Motivation und die Fähigkeit, eine bestimmte Menge an Wiederholungen zu tolerieren, wichtige Erfolgsfaktoren [M4].

Eines der ersten Beispiele war Re-Mission, das im Jahre 2007 entwickelt wurde. Es handelte sich um ein Shooter-Spiel, wo die Kinder mit Krebs aktiv gegen virtuelle Tumorzellen bekämpfen könnten. Das Spiel führte zu einer deutlich höheren Zuverlässigkeit in der Kinder-Medizin-Einnahme. Im selben Jahr erreichte der Ansatz eine neue Ebene mit der Veröffentlichung von Nintendos Wii. Die Elemente der Videospiele-Konsole ermöglichen die Erfassung von Bewegungen in drei Dimensionen und erleichtern die direkte Interaktion mit dem Benutzer mit verschiedenen Gesundheitsanwendungen. Bald begannen Wissenschaftler und Ärzte die Bewegungsanalyse-Fähigkeiten für therapeutischen Einsatz zu nutzen [KASH13].

Nur drei Jahre später, im Jahre 2010, wurde die Kinect eingeführt und die Annahme und Anpassung der Videospiele-Motion-Technologie zunehmend in mobilen Apps benutzt. Die App „Zombies, Run!“ fördert beispielsweise das Training von den Beinen. Sie schickt den Spieler auf Audiomissionen und nimmt ihn mit in eine Spielwelt, in der ihm eine aktive Rolle zukommt. Dort kriegt er Versorgungsgüter, wenn er in einem in ein umkämpftes Gebiet ohne Zombies steht. Der jeweilige Standort von Runner 5 wird per GPS erfasst, sodass wenn die „Zombies“ nahe ankommen, verfärben sie sich rot und der User muss dann schneller laufen ²⁰.

Eine andere sehr aktuelle App ist „Runtastic“. Diese bietet Dienstleistungen rund um die Erfassung und Verwaltung von Sportdaten per GPS und Internet an, um Menschen (egal welches Alter oder Technikbegeisterung) zur Sportausübung zu bewegen und mit Gleichgesinnten zu vernetzen. Nicht nur für das Laufen, bietet diese App andere Bewegungsarten wie Radfahren oder Skifahren. Alle relevanten Sportdaten (Zeit, Tempo, Kalorienverbrauch, Puls) können mit Hilfe dieser App erfasst werden. Sie hat heutzutage ungefähr 95 Millionen Downloads ²².

Aktuell gibt es zahlreiche Apps und Systeme, die Gamification benutzen und zur Gesundheit der User dienen. Meistens fördern sie die körperliche (Training und Sport) Gesundheit vom Spieler, aber in zahlreichen Fällen auch die geistige. Man kann z.B. das Gehirn trainieren und die intellektuelle Leistung durch kleine Spiele verbessern. In diesen Fällen könnte man sagen, dass es sich um eine Schnittstelle von Bereichen handelt, nämlich nicht nur Gesundheit sondern auch Bildung, da diese mit dem Gehirntraining stark zueinander in Zusammenhang stehen.

²⁰Die Welt wird zum Spielfeld - <http://www.spiegel.de/netzwelt/games/gamification-wie-spiele-das-ben-leichter-machen-a-844328.html>

²¹3.bp.blogspot.com/-NL-NNKBtYEs/UOK2LnlZtI/AAAAAAAAABDs/XkfUdq8K6Jc/s1600/exercising-with-wii-fit.jpg

²²<https://www.runtastic.com/>

2. Hintergrund



Abbildung 2.9.: Ein Benutzer spielt mit dem Nintendos Wii-Fit²¹

In 2007 wurde z.B. das Programm Lumosity²³ zur menschlichen Kognition gegründet. Es bezeichnet sich selbst als ein ausgefeiltes, von Wissenschaftlern entwickeltes Gehirntraining, bei dem jeder mitmachen kann. Hierbei gibt es ein persönliches Trainingsprogramm, das von den verschiedenen kognitiven Aspekten abhängt. Frei nach persönlichen Bedürfnissen und Zielen von den einzelnen Benutzern und ihren jeweiligen kognitiven Stärken und Schwächen wird das Aufgabenprogramm aufgestellt. Nach einer kurzen Registrierung stehen dem Nutzer die unterschiedlichsten Spiele in den Kategorien Schnelligkeit, Erinnerungsvermögen, Konzentration, Flexibilität und Problembewältigung zur Verfügung. Mit den täglichen Gehirnaufgaben wird das sogenannte BPI (Brain-Performance-Index) gesteigert, eine unternehmenseigene Einheit zur Messung der allgemeinen Leistung des Users. Er errechnet sich aus den jeweiligen Bestleistungen aus den einzelnen Lumosity-Trainingsbereichen. Das Programm hat schon sieben Jahre später mehr als 50 Millionen Nutzer und die Übungen werden noch erneuert [Ant13].

Weiterhin sind spielerische Ansätze für Jüngere sehr verbreitet, jedoch ist die Verwendung für leistungsgewandelte und leistungsgeminderte Personen seltener. Das Spiel SilverPromenade z.B. kombiniert Nintendos Wii-Remote und Balance Board um virtuelle Spaziergänge zu ermöglichen. Es ist vor allem für ältere Menschen, die kognitive und körperliche Einschränkungen haben, angepasst. Dieses hatte eine gute Akzeptanz wegen der passenden thematischen Interaktionsgestaltung und wurde als eine angenehme Freizeitbeschäftigung wahrgenommen [GSM11].

Eine andere Lösung für Ältere, welche stärker dem Konzept der Gamification entspricht, wurde im Projekt motivation60+ umgesetzt: Senioren werden durch Minispiele motiviert, sportliche Übungen zur Sturzprävention durchzuführen. Diese Kombination aus Training (engl. exercise) und Spiel (engl. „Game“) wird auch Exergame genannt. Die Bewegungen werden durch den kinetischen Sensor erkannt und in Echtzeit mit den korrekten Abläufen verglichen [BHK⁺10].

²³www.lumosity.com/

²⁴[http://cdn-beacon.lumosity.com/assets/press/web/pie_chart_head_b54b65419ff260a5f6413415f6519ee0.png](http://cdn.beacon.lumosity.com/assets/press/web/pie_chart_head_b54b65419ff260a5f6413415f6519ee0.png)



Abbildung 2.10.: Gehirnbereiche, die das Programm Lumosity trainiert²⁴

In 2013 wurde eine spielerische Anwendung für leistungsgeminderte Menschen erstellt, die aber am Anfang eine Lösung für Kinder war. Das Spielsammlung „Cognitionplay“ war eine Variante von einem Kinderspiel, das für die Behandlung mentaler Störungen angepasst wurde ²⁵.

2.5.3. Gamification in Marketing und anderen Bereichen

Momentan wird Gamification noch in erste Linie für Marketing-Zwecke eingesetzt. Bevor der Begriff in anderen Bereiche wie Bildung und Gesundheit langsam bekannt wurde, war dieser schon längst im Marketingbereich benutzt und profitiert. Die Funktion des Marketings passt auch mit dem motivationalen Aspekt von der Gamification, da dabei die Menschen Produkte und Dienstleistungen kommerzialisieren sollen, sodass Käufer dieses Angebot als wünschenswert wahrnehmen. In diesem Bereich sind die Interessen des Kunden am wichtigsten, da diese Schlüssel des Erfolgs von Marketing ist.

Menschen spielen normalerweise in ihrer Freizeit und verbinden diese mit positiven Begriffen wie Spaß, Ausruhe und Gewinnen. Deshalb ist Gamification in Marketing eine gute Strategie, denn dadurch sind die (zu verkaufenden) Produkten viel auffallender und schneller von dem User aufgenommen. Der User wird durch die Spiel-Atmosphäre mit diesem verbunden, meistens ohne dass dieser sich dessen bewusst ist, dass er sich aktiv für die Unternehmensziele beteiligt [Nee12].

Normalerweise funktioniert Gamification in Marketing mit einem Punkte-System neben anderen spielerischen Elementen, wie z.B. Ranglisten, Erlangen virtuelle Güter oder der Aufstieg durch mehrere Levels. Diese bringen eine Art Freiwilligkeit in die Aktionen des Users, da sie glauben, sie hätten

²⁵//schoolsplay.wikidot.com/website:cognitionplay

2. Hintergrund

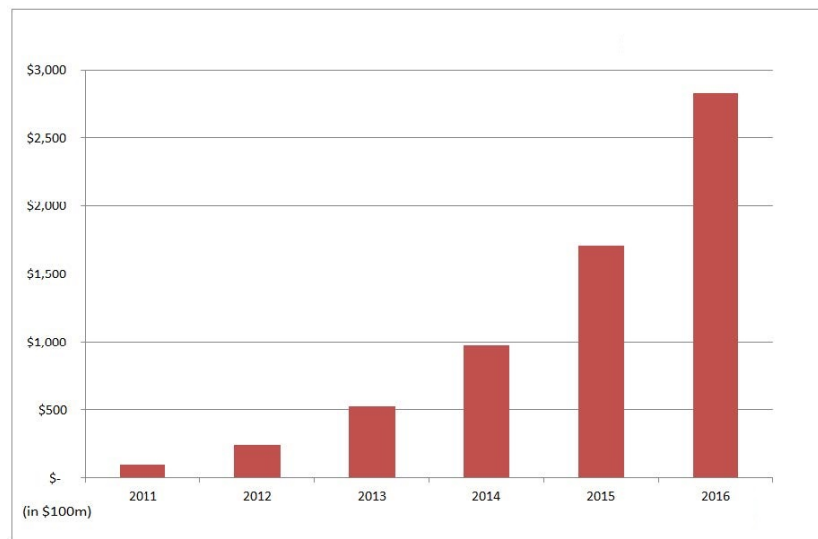


Abbildung 2.11.: Gamification Marktprognose in Dollars²⁷

etwas empfunden und selbst gewählt, anstatt dass eine Werbeaktion stattgefunden hat. Ein bekanntes frühes Gamification-Beispiel sind z.B. die Rabatt-Punkte-Systeme der Einkaufsmärkte oder Luftlinien, die über den Spieltrieb der Kunden eine Sparförderung bieten, wenn sie mit besonderen Konditionen einkaufen oder Fliege buchen ²⁶.

In 2013 mehr als 70% von den Forbes Global 2000 befragten Unternehmen meinten, sie haben Gamification für Marketing- Kundenbeibaltungszwecke geplant. In 2011 führte Yahoo z.B. eine mobile App namens Fango, mit der Fernsehzuschauer mit den Sendungen interagieren könnten. Weniger als 14 Monate später hatte diese mehr als 200,000 Downloads und wurde sehr erfolgreich zwischen den Usern [Her14].

Da Gamification die Spielmechanik bei nicht-spielerische Aktivitäten anwendet, wird diese im Laufe der Jahre zu einem großen Geschäft. Die Einnahmen durch Gamification sollen auf 2,8 Milliarden US-Dollar ansteigen (siehe Abbildung 2.11).

2.6. Ethik

Bei dieser Arbeit ist es wichtig den ethischen Hintergrund zu betrachten. bei der Gamification in der industriellen Arbeitsumgebung sollen einigen ethischen Aspekten berücksichtigt werden.

2.6.1. Ethischer Hintergrund bei der Gamification

Da ein wichtiges Ziel der Gamification die Beeinflussung von Verhalten von Menschen ist, ist dessen ethischen Hintergrund sehr wichtig. Wenn der Mensch in der Lage etwas zu tun ist, steckt dabei immer eine bestimmte Motivation dahinter. Für diese sollte aus Sicht des menschlichen Sinne einen guten Grund geben. Allerdings ist diese Motivation mit dem Zweck von dem Unternehmen, Organisation oder Gruppe, die die Gamification erschafft hat, abhängig.

Laut dem Schriftsteller Dan Pink können Menschen aus vielen Tätigkeiten in Beruf und Freizeit eine tiefe Befriedigung bekommen oder sogar Glücksgefühle entwickeln, nur wenn die folgenden Bedingungen sich erfüllen: erst wenn sie das Gefühl haben, dass sie alleine (ohne Einflüsse) und aus ihren freien Willen entscheidet haben; oder wenn sie einen guten Job machen können und sogar besser dabei werden; oder wenn die Tätigkeit für sich selbst-profitierbar sein kann [Pin09].

Außerdem werden diese Gefühle und dabei ihre Motivation dauerhaft mit Belohnungen beeinflusst, denn diese sollen Menschen dazu bringen, etwas zu tun, das sie sonst nicht getan hätten. Die Verantwortung, die diese Belohnungen, Punkte oder Badges beispielsweise verursachen ist ganz wichtig, da Gefühle unter diesen auch beherrscht werden. Diese sollen darum mit einem sinnvollen und moralischen Zweck eingesetzt sein. Sie müssen immer dazu dienen, Ziele zu erreichen, die bereits existieren und die nützlich sind. Dabei sollen sie auch nicht zum Selbstzweck korrupt werden ²⁸.

Die Benutzer von Gamification sollten das Recht auf persönlicher Selbstbestimmung und Freiheit besitzen, was Organisationen nicht außer Acht lassen sollen. Sogar mehr sollte dieses Aspekt mit leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Menschen betrachtet werden. Menschen, die aufgrund ihrer geistigen oder körperlichen Beeinträchtigungen teilweise nicht einschätzen können, welche mögliche Auswirkungen Gamification an ihnen haben kann. Obwohl es auch Menschen, die nicht in der Lage sind, ihre Rechte völlig in Anspruch zu nehmen, gibt, sollen diese Regel von einem Tutor oder Verantwortlicher beaufsichtigt sein. Man sollte aber immer aufpassen, die Selbstbestimmung und persönliche Freiheit vom Benutzer so gut wie möglich erleichtern. Bei leistungsgeminderten Menschen sollten Unterstützung, Motivierung und Erleichterung eine wichtige Rolle beim Zweck der Gamification spielen [Bof14].

²⁶Gamification: Engagement Strategies for Business and IT - [http : //www.gartner.com/technology/research/gamification/](http://www.gartner.com/technology/research/gamification/)

²⁷[http : //images.eurogamer.net/2012/articles/a/1/4/8/4/3/6/9/Gamification-in-2012-M2R3.jpg](http://images.eurogamer.net/2012/articles/a/1/4/8/4/3/6/9/Gamification-in-2012-M2R3.jpg)

²⁸Blog intelligent gamification - <http://intelligent-gamification.de>

3. Stand der Technik

Im nächsten Kapitel wird der entsprechende Stand der Technik von der Gamification in der industriellen Umgebung beschrieben. Hierzu ist es auch wichtig, die Bedeutung von den Assistenzsystemen in der Industrie und die Entwicklung der Studien im Laufe der Zeit zu begreifen.

3.1. Visuelle Augmentierung

Wenn man heutzutage von visueller Augmentierung hört, gibt es eine Tendenz nur über erweiterte Realität zu denken. Dank dieser Technologie wird eine computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung verursacht. Aber am Arbeitsplatz kann es meistens unbequem und beschwerlich für den Werkstätig aufgrund der Anzahl der Geräte und Systeme, die zur Durchführung dieser Technologie erforderlich sind, werden. Darüber hinaus ist diese Technologie zu komplex und kleinteilig für Mitarbeiter und vor allem für leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Personen, die leicht kognitiven Einschränkungen haben.

Eine nutzbare Idee ist auf jeden Fall, dass es Informationen zu den Arbeitsprozessen sowie Bedienoberflächen nicht direkt in den Arbeitsbereich, aber daneben, projiziert werden können. Diese Idee wurde genau im Jahre 2001 bei der Entwicklung des „Everywhere Displays“-Projektors eingeführt [Pin01]. Dieser verwendete einen Drehspiegel, um das Licht von einer LCD/DLP-Projektor auf unterschiedlichen Oberflächen einer Umgebung zu steuern. Die Projektion fand auf Oberflächen in Besprechungsräumen statt und gleichzeitig ermöglichte videobasierte Handerkennung sowie einfache Interaktionen mit der Projektion. Das System war seiner Zeit weit voraus, aber war zu teuer und wurde deshalb nicht verbreitet.

Schon drei Jahre später wurde das System verbessert, sodass es eine direkte Manipulation projizierter Elemente per Hand ermöglichte [LB04]. In 2009 wurde schließlich das Problem der Robustheit mit dem Laptop-basiertes Projektionssystem für die Augmentierung der Arbeit von „Büronomaden“ gelöst. Dabei wurden zwei Laser- Mikroprojektoren direkt am Laptop angebracht, um den Arbeitsbereich beidseitig zu vergrößern [KAW⁺09]. Trotz allem waren die Schwerpunkte dabei die Bereiche Büro, Unterhaltung oder mobiler Computereinsatz.

Dennoch sind soziale Methoden wie Gamification noch keinen wichtigen Fokus für industriellen Unternehmer. Trotzdem, gibt es schon im Laufe der Zeit dafür weitere Forschungen.

In-Situ Projektion

Dem in-Situ (von lat. in situ = „am Platz“, „am Ort“) weist auf Etwas, dass in seinem natürlichen Umfeld oder eben am des Geschehens passiert. Jedoch ist der Begriff In-Situ-Projektion noch nicht

sehr weit verbreitet. Dabei geht es um die Visualisierung von Daten oder Informationen an genau dem Ort, an dem sie von Interesse sind [Kau12].

Diese visuelle Augmentierung wurde schon in einigen Forschungen zur Assistenz von vor allem leistungsgeminderten Arbeitern bei Montagearbeitsplätzen durchgeführt. Vor allem zusammen in einem System implementiert, das durch der Bewegungs- und Objekterkennung (siehe nächstes Kapitel) auf dem Arbeitsplatz in der Lage ist, den aktuellen Schritt an einer Arbeit zu erkennen [KFS14, KASH13]. Dabei können auch Assistenzsysteme mithilfe der In-Situ-Projektion wichtige Informationen direkt in den Arbeitsbereich projizieren. So kann ein visuelles Feedback zum Beispiel durch Markieren bestimmter Stellen auf dem Arbeitsplatz eine Anleitung zum nächsten Arbeitsschritt geben oder anzeigen, ob die korrekte Aktion durchgeführt wurde. Diese Projektionen können aus verschiedenen Elementen wie Text, Bilder, Symbole oder auch Videos bestehen [Kri14].

3.2. Assistenzsysteme bei industrieller Produktionsarbeit

Für Mitarbeiter in einer industriellen Umgebung bedeutet der Einsatz von neuen Technologien einen Wandel ihrer Arbeitswelt und ihrer Aufgaben. In einigen Prozessen gewinnt die Automatisierung weiter an Bedeutung und in vielen ihrer Tätigkeiten werden sie in der Zukunft durch mobile Roboter und intelligente Assistenzsysteme zunehmend unterstützt [BMB12]. Auf diese Weise wird überall und jederzeit für die Berufstätigen Zugriff auf die für ihre Arbeit relevanten Informationen ermöglicht, sowie eine bedeutsame Erleichterung ihrer täglichen Aufgaben. Diese bewirkt auch leicht für die Mitarbeiter eine hohe Reaktionsfähigkeit und vielfältige Entlastungen ¹.

Aus Sicht der Unternehmer bietet die Umstellung auf Produktionstechnologien wie Assistenzsysteme viele Vorteile. Fehler werden häufiger vermieden, werden schneller behoben und aus dem Arbeitsablauf entfernt (durchgefallene Produkte). Außerdem sind diese Systeme fähig Arbeitnehmer zu lehren und zu kontrollieren. Auf diese Weise kann das ganze Lernprozess billiger und zügig für die Arbeitgeber werden. Diese Hilfe kann dabei den Betrieben in vielen Branchen zu geringen Kosten eine hohe Zahl an Produkte herstellen und die Produktion erhöhen. Bei Industriebeschäftigten Organisationen und Unternehmen mit leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Arbeiter sind diese Assistenzsysteme sogar mehr zweckdienlich [BMB12].

Die meisten Hersteller sind jedoch sehr konservativ bei der Änderung der Mensch-Computer-Interaktion (MCI) in ihren Unternehmen und haben lieber sichere und langsame Assistenzsysteme gegenüber Neuere und Intuitiver. Aufgrund der hohen funktionsfähigen und Sicherheitsanforderungen, nur Touchscreens spielen der Zeit laut eine Fraunhofer-MCI Studie eine Rolle in der Umgebung der Produktionsmaschinen [SBO11].

Trotzdem geben sich schon in der Aktualität einige Unternehmen die Mühe, fortlaufende Analysen von Arbeitsprozessen durchzuführen. Das ist sehr bedeutend und notwendig für das Echtzeit-Feedback und sein Potential für Gamification in der Produktion. So zum Beispiel, vergleicht das System Sarissa GmbH die Bewegungen eines Arbeitnehmers in der Montage mit den vorher gespeicherten

¹Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. - <http://www.bdi.eu/Industrieland-Deutschland.htm>

²http://www.sarissa.de/fileadmin/user_upload/downloads/brochures/online/DE/Sarissa_QualityAssist2014_w eb.pdf

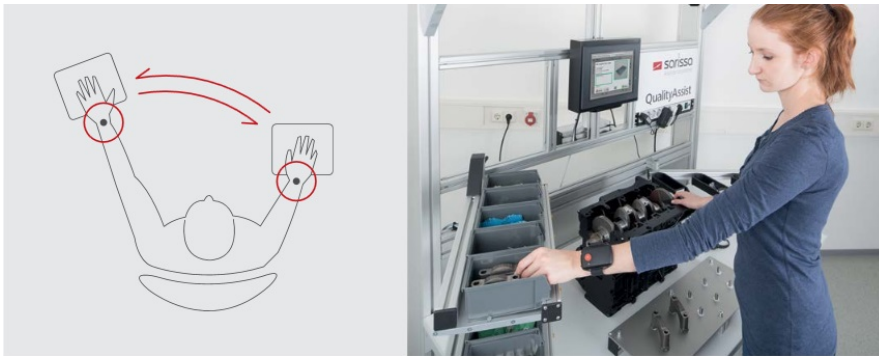


Abbildung 3.1.: Arbeiter am Montagearbeitsplatz mit den Handgelenk-Sensoren von Sarissa GmbH²

Bewegungsabläufen in Echtzeit, und gibt dazu ein Feedback mit den entsprechenden Fehlern. Der Arbeiter muss besondere Handschuhe oder Objekte am Handgelenk tragen, die über den Montagetablett befestigt sind, und die als "Tracker" dank einiger Sensoren funktionieren³.

3.2.1. Das System ASLM

Wie die Kurzbezeichnung des Forschungsprojektes ASLM schon weist, wurde dabei ein Assistenzsystem für leistungseingeschränkte Mitarbeiter in der manuellen Montage entwickelt. Dieses wurde von der Hochschule Esslingen zusammen mit der Scnaitman Maschinenbau GmbH und der Beschützende Werkstätte für geistig und körperlich Behinderte Heilbronn entwickelt. Mithilfe des Systems wurde eine Studie mit anwendungsorientierten Informationsbereitstellung von Text, Bild und Video direkt am Montagearbeitsbereich (in-situ) durchgeführt [KFS14, KSH13].

Dabei wurde die Montage eines Lego-Autos durch den Einsatz des Assistenzsystems ASLM unterstützt, wobei die interaktiven Bereiche grün und rot markiert wurden. Mit den Ergebnissen wurde gezeigt, dass die Produktionszeit bei der Montage verkürzt wurde. Trotzdem konnte ihrer Fehlerrate wegen der Ablenkungseffekt des Prototyps nicht verringert werden. Sie zeigten eine schlechtere Ausführung der Arbeitsanweisungen als zuvor. Dabei schien bei den Ergebnissen, eine direkte Beziehung zwischen Ausnutzung des augmentieren Arbeitsplatzes und die kognitive Leistung der Mitarbeiter vorzukommen.

3.2.2. Das System motionEAP

Das System motionEAP⁴ ist ein System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen im Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung (engl. motion) und Projektion. Für die Betriebe und Produktionsmitarbeiter im industriellen Einsatz wird die Bewegungserkennung in Kombination mit Assistenzsystemen und neuen Projektions- und Displaytechnologien zu einer

³http://www.sarissa.de/fileadmin/user_upload/.../LocalPositioningSystem_sarissa_ENletterweb.pdf

⁴<http://www.motioneap.de/>

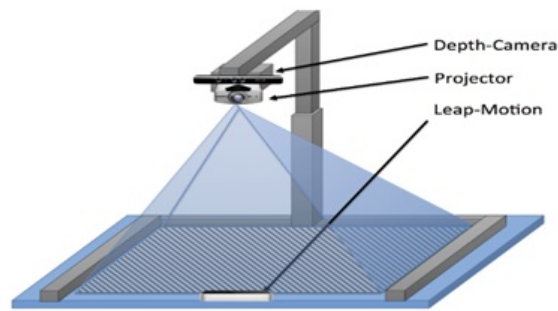


Abbildung 3.2.: Aufbau des motionEAP Assistenzsystems⁵

führenden Schlüsseltechnologie. Diese kontext-bewusste Assistenz wird v.a. mithilfe der Integration von Sensor-gestützten Bewegungserkennung für Echtzeit-Feedback und Projektion durchgeführt.

Vor allem kann dieses System nützlich für die Assistenz von leistungsgemindere Menschen am Montagearbeitsplätzen sein, wobei mit der In-Situ-Projektion die Montageaufgabe erleichtern werden kann. Außerdem wird die Montage komplexerer Produkte ermöglicht [KFS14].

Trotzdem liegt neben der technischen Entwicklung in den Bereichen der Informatik und Maschinenbau ein Schwerpunkt des Projektes auf psychologischen und arbeitsethischen Fragen, die sich aus dem Einsatz der neuen Interaktionsformen ergeben. Neben der Verbesserung der Arbeitsleistung ist eine wichtige Eigenschaft deren Fähigkeit, Arbeiter durch den Einsatz spielerischer Elemente (Gamification) zu motivieren. Bisher wurde das motionEAP in einigen Studien und Forschungen von verschiedenen Universitäten und Institutionen (Universität Stuttgart, Hochschule Esslingen, Korion Simulation and Assistive Technology GmbH) benutzt⁶.

3.3. Gamification in der Produktionsumgebung

Während Gamification in den Bereichen der Gesundheit und Bildung bekannt ist und der Nutzen nachgewiesen wurde, sind die Auswirkungen von Gamification auf Arbeiter in Industrieumgebungen bislang selten untersucht worden. Während Hersteller von Assistenzsystemen in der Produktionsumgebung gegenwärtig die neuen technischen Fortschritte, an den existierenden Assistenztechnologien zu integrieren, versuchen, sind soziale Methoden wie Gamification noch nicht in ihrem Fokus. Dabei beschränken sich die Assistenzsysteme-Forschungen normalerweise nur auf die Bereitstellung von Instruktionen zur Montage von Produkten.

Bei einer von den wenigen Forschungen von Gamification bei der Produktionsumgebung wurde es mit einem Prototypen eines augmentierten Assistenzsystems experimentell untersucht, wie zwei neuere Ansätze sich auf Personen mit Leistungsminderungen auswirken. Neben der In-Situ-Projektion von

⁵<http://www.motioneap.de/>

⁶<http://www.motioneap.de/>

3.3. Gamification in der Produktionsumgebung

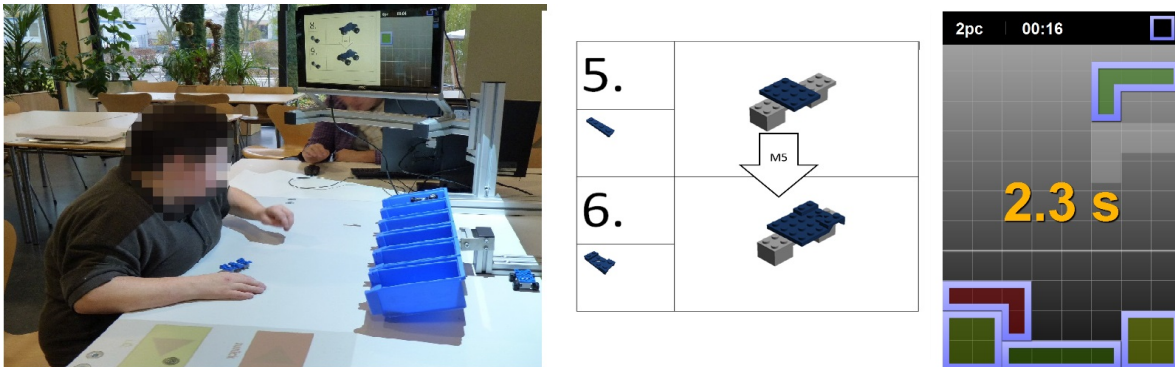


Abbildung 3.3.: Links: Ein Teilnehmer bei der Studie mit dem Monitor,
Rechts: Das Produktion-Tetris⁷

Informationen gab es zusätzlich bei der Montage von den Arbeitsprozessen eine Integration von spielerischen Elementen. Die natürliche Interaktion (siehe Hintergrund, Mensch-Computer-Interaktion, implizite Interaktion) wurde dank der Bewegungserkennung mit einem Kinect-Sensor hingekriegt. Diese Bewegungserkennung steuerte die Gamification, die über eine Audio-/Video-Komponente ausgeführt wurde. Bei dem Stand der Technik der Studie wurde eine Präsentation von Instruktionen auf einem Monitor dargestellt und bei dem Experiment in-situ projiziert. Dabei bekamen auch die Teilnehmer akustischen Feedback entsprechend ihrer Leistung bei der Arbeit [KASH13].

Bei dem Gamification-Ansatz ging es um ein „Produktions-Tetris“, wobei jeder Arbeitsprozess als ein Stein repräsentiert wird, der sich nach unten bewegt (siehe Abbildung ...). Dabei ändert er langsam seine Farbe von grün über gelb zu rot. Die Dauer des Farbwechsels hängt von der Leistung des Nutzers ab, je schneller die Benutzer an den Prozessen arbeiteten, desto schneller war der Farbwechsel. Zugleich bewegt sich ein „Schatten-Stein“ in der bisherigen durchschnittlichen Montagegeschwindigkeit dieses Anwenders nach unten. Auf diese Weise konnte der Mitarbeiter zu jedem Zeitpunkt prüfen, ob er überdurchschnittlich schnell oder langsam arbeitete [Kor12].

Bei den Ergebnissen wurde festgestellt, dass die Gamification die Varianz in der Montagezeit verkleinerte. Außerdem gefiel die Teilnehmer das Arbeiten mit dem spielerisch modifizierten System gut. Sie bewerteten die visuelle Komponente und das akustische Feedback sehr positiv. Die Augmentierung verringerte die Dauer der Produktionszeit, jedoch führte diese auch zu einem Anstieg der Fehlerrate [KASH13]. Dabei äußerten et. al Korn bzw. Abele, dass die Geschwindigkeit und Genauigkeit vermutlich voneinander abhängen könnten. Am Ende der Studie wurde erläutert, dass zukünftige Augmentierungen den Arbeitsprozess genauer mithilfe der Fehlererkennung analysieren sollten. Dabei sollte das motionEAP-System eine wichtige Rolle haben.

⁷<http://www.motioneap.de/>

3.4. Ausgangspunkt der Arbeit

Die beschriebene Arbeit geht von diesem Forschungsstand aus. Dabei wurde schon die Gamification an industriellen Arbeitsprozessen mit einer impliziten Interaktion der Teilnehmer angepasst und bereits erprobt. Jedoch sind nicht alle Aspekte der Gamification dabei ausführlich untersucht und analysiert worden. Diese Forschungen waren allerdings Pionier in diesem Bereich und können als Vorreiter von zukünftigen Forschungen betrachtet werden. Die neuen Forschungsprojekten sollen dann diese als Stand der Technik berücksichtigen und alle Stärken bzw. Schwächen bei vorherigen Systemen unter Berücksichtigung nehmen.

Bei dieser Arbeit wird der vorher beschriebene Stand der Technik als Ausgangspunkt genommen. Schon in vorherigen Arbeiten werden die Vorteile der Anwendung von Gamification bei kontextbewussten Assistenzsystemen ausführlich dargestellt. So erklärt z.B. Korn et al. [Kor14] die positiven Aspekte von diesen bei manuellen Arbeitsplätzen in der industriellen Umgebung. Dabei soll am besten die Gamification an der manuellen Arbeit mittels impliziter Interaktion implementiert werden. Die Gamification soll während der Arbeit stattfinden, um die Mitarbeiter bei den täglichen Aufgaben zu motivieren und zu unterstützen. Auf diese Weise sollen sich die Mitarbeiter nicht um die Gamification-Komponenten kümmern. Sonst würde dieses eine extra Aufgabe bzw. Sorge für den Mitarbeiter bedeuten und könnte ihn von der Arbeit ablenken. Wie in den vorherigen Kapiteln erläutert, soll Gamification im Hintergrund der Arbeitsprozessen stehen, sodass der Mitarbeiter während seiner üblichen Tätigkeiten an der Gamification passiv teilnimmt.

Den Mitarbeiter nicht während der Gamification abzulenken, ist somit ein wichtiger Aspekt, der bei der Anpassung an den Arbeitsprozessen berücksichtigt werden soll. Dafür ist es vorteilhaft, dass die Gamification-Komponenten visuell stattfinden. In vorherigen Studien wurde schon probiert, diese mittels einem Monitor auf dem Arbeitsplatz anzuzeigen [KASH13]. Die Visualisierung der Gamification wurde dabei geschafft. Trotzdem wurden entweder die Mitarbeiter abgelenkt oder haben den Monitor nicht sehr berücksichtigt. In diesen Studien wurde dennoch behauptet, dass die Visualisierung der Gamification-Komponente am besten mittels einer In-Situ-Projektion (direkt am Arbeitsplatz projiziert) stattfinden soll. Dabei soll der Montagearbeitsplatz über eine genügend große Fläche verfügen, um diese Projektion durchführen zu können. Auf diese Weise wird der Arbeiter nicht abgelenkt und die implizite Interaktion wird hierbei auch gesichert.

Jedoch gibt es einige Aspekten bei dem Stand der Technik, die verbessert werden sollen. Vor allem die Gamification-Ansätze, die dabei erschafft wurden, resultierten für die Zielbenutzer zu komplex. Das Produktions-Tetris war eine kühne Gamification-Idee und wurde sehr gut an den entsprechenden Arbeitsprozessen der Montage angepasst. Vielleicht könnte dieser Ansatz der richtige für „normale“ Arbeiter ohne geistig und physische Beeinträchtigungen sein, jedoch auf keinen Fall für leistungsgehinderte Menschen. Diese brauchen einen simpleren Gamification-Ansatz, der leicht zu verstehen und intuitiv wirkt. Obwohl das Spiel „Tetris“ weltweit bekannt ist, wird dieses nicht immer von den Mitarbeitern erfasst. Sogar mit der Bewegungserkennung und In-Situ-Projektion können die Mitarbeiter von ihren Tätigkeiten auch abgelenkt werden. Die zahlreichen Formen der Tetris-Steine zusammen mit ihren Bewegungen während der Arbeit machen vom Produktions-Tetris einen zu komplexen Gamification-Ansatz.

Jedoch waren nicht alle Eigenschaften dieses Ansatzes negativ. Ganz im Gegenteil wirkte dieser im Durchschnitt bei den Produktionsdauern der Mitarbeiter positiv. In diesem Fall wurde dies wegen der zeitlichen Farbänderung der „Tetris“-Steine verursacht. Bei dem beschriebenen Ansatz sind die Steine am Anfang grün gefärbt und im Laufe der Zeit werden sie gelb und dann rot. Dieser Farbverlauf wird von den Mitarbeitern wegen der visuellen Eigenschaft wahrgenommen, sodass sie bei der Arbeit versuchen, ein bisschen schneller zu sein. Die Dauer des Farbwechsels wurde dabei von der Leistung des Nutzers abgeleitet, sodass die Geschwindigkeit diese nicht überlasten würden. Diese Verbesserung bei der Produktionsdauer ist in einer Produktionsumgebung enorm wichtig und soll für neuere Gamification-Ansätze in Acht genommen werden.

Bei dem Produktionstetris gab es auch einen „Schatten-Stein“ der sich in der bisherigen durchschnittlichen Montagegeschwindigkeit dieses Anwenders nach unten bewegte. So konnte der Mitarbeiter zu jedem Zeitpunkt prüfen, ob er überdurchschnittlich schnell oder langsam arbeitete. Diese Idee kann verursachen, dass der Mitarbeiter sich bei einigen Montagen ein bisschen überarbeitet fühlt. Wenn er sieht, dass er langsamer als normalerweise arbeitet, kann er nervöser werden. Dafür sollte es mit dem Farbverlauf (der Gamification-Elementen) bereits reichen, sodass der Arbeiter z.B. eine gelb grünliche Farbe bei ihrer durchschnittliche Arbeitszeit sieht. Auf diese Weise könnte er sich verbessern (grünerer Elemente) oder verschlechtern (rötlicher Elemente).

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der bei vorherigen Gamification-Ansätzen bis jetzt nur leicht berücksichtigt wurde, ist die Belohnung, die der Arbeiter bei einer fehlerfreien Montage bekommt. Damit kann das Verhalten des Benutzers positiv verändert werden. Bei dem Gamification-Ansatz sollte deshalb die Belohnung im Vordergrund stehen. Alle diese Verbesserungen werden im folgenden Kapitel erfasst. Dabei werden die allgemeine Anforderungen für einen Gamification-Ansatz bei einer Montagearbeit beschrieben. Bei der Arbeit möchte man einen motivierenden Ansatz erschaffen, der an industriellen Arbeitsplätzen implementiert und benutzt werden kann.

4. Allgemeine Anforderungen

In diesem Kapitel werden die Anforderungen für die Arbeit behandelt. D.h. an welchen Aspekte die Arbeit bei der industriellen Produktion für die Gamification geeignet ist und welche Anforderungen dabei für diese Umgebung festgelegt sind. Somit sollen die Nutzeranforderungen mit den Aufgabenanforderungen zusammengebracht werden.

Bei anderen Bereichen ist bei Assistenzsystemen der Standardfokus der Benutzer eine Software-Benutzeroberfläche (GUI). Im Gegensatz zu Diesen soll der Fokus der Benutzer bei der manuellen Produktionsarbeit das Produkt selbst sein. Wenn die Assistenzelemente der Gamification zu auffällig bei den Arbeitsplatz werden, ist es möglich, dass die Arbeiter von ihrer Hauptaufgaben abgelenkt werden. Diese Interaktion soll daher vom Zentrum ihrer Iteration bei der Arbeit reduziert werden. Deshalb ist es sinnvoll, dass die Gamification in der industriellen Umgebung im Hintergrund steht und eine Nebenrolle spielt. Daraus ergeben sich die folgenden Anforderungen für eine optimale Implementierung am Montagearbeitsplatz:

4.1. Anforderungen

Anforderung 1: In-Situ-Projektion

Zur Reduktion der Ablenkung am Arbeitsplatz ist die In-Situ-Projektion eine gute Möglichkeit. Dabei werden die relevanten Informationen zum Zentrum der Iteration bewegt, also „in-situ“. Bei der Verwendung von Monitoren am Arbeitsplatz ergeben sich viele Nachteile und verursachen, dass die Mitarbeiter nicht produktiv sind. Außerdem wurde die In-Situ-Projektion schon in Büroumgebungen erfolgreich eingeführt und vor kurzem auch in der industriellen Umgebung angewendet [ZLT⁺11].

Allerdings ist diese Projektion nur sinnvoll, wenn es an der Arbeitsfläche genügend Platz für die Projektion gibt. Bei manchen Arbeitsplätzen -vor allem bei der manuellen Arbeit- ist die Interaktionsebene des Beschäftigten klein aber genügend, um ihre täglichen Tätigkeiten durchführen zu können.

Anforderung 2: Integration von motivierenden Elementen

Das System, das bei der Arbeit unterstützen möchte, soll motivierende (Gamification-)Elemente anzeigen. Wie in den vorherigen Beschreibung erläutert wird, ist es besser, wenn diese „in-situ“ projiziert werden. Diese Elemente sollen genug motivierend und auffallend für die Mitarbeiter sein, sodass das System ein Interesse bei den Benutzern aufwecken und ein positives Effekt bei ihrer Leistung hat.

Dabei ist es wichtig bei dem Gamification-Spiel, die fehlerfreien Aufgaben (Montagen) von den Anderen und umgekehrt unterscheiden zu können. Während der Benutzer bei einem Fehler eine Art

4. Allgemeine Anforderungen

„Strafe“ oder Abzug beim dem „Spiel“ bekommt, soll dieser auch bei den korrekten Aufgaben belohnt werden.

Die Belohnung dabei hängt vom Zielbenutzer ab. Was bei leistungsgeminderten Menschen eventuell motiviert werden, kann möglicherweise von „normalen“ Menschen nicht einmal Beachtung finden. Der Benutzer sollte die Art von der Belohnung kennen und am besten sich in dieser eingearbeitet haben. Im diesen Fall sind die Zielbenutzer geistig und physisch leistungsgeminderte Menschen, sodass die motivierende Elemente einfach und leicht zu verstehen sein sollen. Es ist auch hilfreich, wenn die Elemente sehr visuell und farbig sind, wobei z.B. verschiedene Farben verschiedene Zustände ihrer Leistung darstellen.

Eine gute Möglichkeit dabei ist auch, dass die Belohnung und Strafe eine direkte Beziehung haben und voneinander abhängen. Z.B. wenn bei einer korrekten Aufgabe der Benutzer Punkte bekommt, verliert er diese auch bei der Durchführung eines Fehlers. Es ist jedoch wichtig, dass das negative Feedback (Strafe) bei der Gamification nicht zu streng ist, sodass der Mitarbeiter demotiviert wird, das Gegenteil von dem als was man möchte.

Anforderung 2.1: Anpassung der Elementen an dir Arbeitsprozesse der Montage

Die Montagearbeit kann meistens in verschiedenen Arbeitsprozessen aufgeteilt werden. Diese können aus verschiedenen Arbeitsschritten bestehen und auf verschiedenen Weisen gemessen werden, z.B. mit MTM (siehe Hintergrund, Messung der Arbeitsprozessen mit MTM). Außerdem lernen die meisten Arbeiter bei einer Montagearbeit zuerst, die verschiedenen Schritten separat -einer nach dem anderen-, sodass sie am Ende die erforderlichen Kenntnisse für eine ganze Montage haben.

Deshalb ist es auch sinnvoll, diese Unterteilung in Arbeitsprozessen an den Gamification-Ansatz auszunutzen. Wenn die Gamification-Elemente sich bei jedem Arbeitsprozess entsprechend ändern, kann der Benutzer dabei die Information über den Stand des aktuellen Arbeitsprozess bei ihrer Arbeit bekommen. Dieser Aspekt kann auch die Motivation des Benutzers unterstützen und für ihre Leistung hilfreich sein.

Anforderung 3: Anpassung an den Kompetenzniveau des Benutzers

Da die Mitarbeiter in der industriellen Umgebung verschiedene Kompetenzniveaus bei den Montageaufgaben haben, soll das Assistenz-Gamification-System sich auch entsprechend an diesen anpassen. Das Spiel soll dabei jedes Mal nicht ganz verändert werden, sondern nur den Benutzer erkennen und aufgrund ihrer Kenntnisse und Erfahrung konfiguriert werden.

Dafür ist es aber auf jedem Fall nötig, dass das System -wenigstens einmal- eine Messung der Leistung des Benutzers macht, sodass für ihn eine zukünftige Konfiguration möglich ist. Meistens hängt diese Anpassung von der Produktionszeit der Benutzer, sodass das System bei der Vormessung bei einigen Montagen (z.B. drei) einen Durchschnitt der Leistungsproduktionszeiten macht und diese Information dann für den Benutzer speichert.

Anforderung 3.1: Erkennung von Begeisterung und Begeisterungsniveau

Bei der Steuerung und Anpassung der Gamification-Elemente wäre es auch von Vorteil, den emotionalen Zustand des Benutzers (z.B. Freude gegen Überanstrengung) bei der Arbeit zu kennen, um dabei Maßnahmen anpassen zu können. Bis jetzt wurde es in einigen Studien ausprobiert, jedoch sind die Ergebnisse mit der dabei benutzenden Technologie noch zu ungenau [Bof14]. Diese Anforderung könnte nicht durch die Analyse von den Gesichtsausdrücken des Benutzers, sondern auch durch

der Detektion seiner Herzfrequenz werden. Trotzdem wird diese Anforderung in dieser Arbeit nicht angesprochen, sodass es ein Thema der zukünftigen Forschung bleibt. [Kor14].

Anforderung 4: Implizite Interaktion

Wie schon im Hintergrund erläutert wird, ist die implizite Interaktion im Industriebereich allmählich bekannt. Bei der Gamification von industriellen Arbeitsprozessen soll die durchgeführte Arbeit des Benutzers mithilfe der Bewegungserkennung implementiert werden (siehe Hintergrund, Mensch-Computer-Interaktion, Implizite Interaktion). Am besten sollte die Bewegungserkennung ohne Hand- schuhe oder andere Objekte zur Nachführeinrichtung durchgeführt werden, da diese die Benutzer ablenken können. Außerdem können Diese bei vielen Montagen nicht ganz produktiv wegen ihres eingeschränkten „Track“ -Bereich werden.

Nicht nur alle Bewegungen der Arbeiter soll das Assistenzsystem erkennen, sondern auch alle kleinen Teilen des zu montierend-Produktes, sodass der aktuelle Arbeitsstatus bei jeder Montage und die Arbeitsgeschwindigkeit erkannt wird. Auf diese Weise können auch dabei Fehler erkannt werden.

4.2. Assistenz durch Gamification

Zusammenfassend wird die Umgebungsbedingung der Gamification bei industriellen Arbeitsprozessen mit der In-Situ-Projektion und natürlichen (impliziten) Interaktion durchgeführt. Dabei wird eine Bewegungserkennung durchgeführt, sodass der eigene Benutzer den Kontrolleur des Systems ist.

Dieser ist bei der Gamification in der industriellen Umgebung ein Arbeiter, der (fehlerfreien) Montagearbeiten erreichen soll. Daher könnte man der Benutzer im Begriffe des Spieldesign als einen „Achiever“ bezeichnen, da er im Spiel nach konkreten Maßstäben möglichst viel erreichen soll (über Levels, Gegenstände, Punkte, Preise, ...) ¹. Diese Maßstäbe sollten zu den kognitiven Eigenschaften und Beeinträchtigungen von den Gruppen, die an der Arbeit teilnehmen, passen. Geistig und physisch leistungsgeminderte Menschen reagieren auf Belohnungen und Motivation ganz anders als „normale“ Menschen. Darüber hinaus ist die Hauptaufgabe des Gamification-Assistenzsystem in dieser Umgebung, die Produktionsleistung der Arbeit zu messen und darauf entsprechend in Echtzeit zu reagieren (mit Belohnungen, Punkteabzüge,...).

Außerdem sollte das Gamification-System ein angemessenes Maß von Herausforderungen ermöglichen, sodass der Lernweg für die individuelle Spieler -egal das Geschlecht, Alter oder Erfahrung - erleichtert werden kann [CMM⁺05]. Nicht alle Arbeiter haben die selbe Erfahrung oder (bei leistungsgeminderten Arbeitern) Beeinträchtigung, sodass die Gamification sich an jeder Situation anpassen sollte. Jedoch können Änderungen bei den Benutzern aus verschiedenen Situationen verursacht werden. Die Leistungsabnahme z.B., könnte wegen Langeweile aber auch wegen Überanstrengung verursacht werden. Deshalb wurde es sehr interessant, dass das System eine Erkennung von Begeisterung und Begeisterungsniveau hätte.

¹Hearts, Clubs, Diamonds, Spades - [http : //mud.co.uk/richard/hcds.html](http://mud.co.uk/richard/hcds.html)

5. Kreis-Ansatz

Im Kapitel „Stand der Technik“ erläutert wurde, wird das Projekt motionEAP zwischen verschiedenen Universitäten und Institutionen geforscht. Ziel dieses Projektes ist die Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion [?].

Dieses System ist darum für die Arbeit der Gamification von industriellen Arbeitsprozessen sehr geeignet. Die Idee dahinter: Mit der In-Situ-Projektion der motionEAP werden die (motivierende) Gamification-Elemente in der Nähe des Montagebereichs am Arbeitsplatz angezeigt. Je nach der Bewegung der Mitarbeiter und dem Ablauf der Montageprozessen reagieren die Gamification-Elemente dank der Bewegungserkennung des Systems, sodass die Mitarbeiter bei der Montage motiviert werden.

5.1. Gamification-Komponente

Schon seit einigen Monaten werden verschiedene mögliche Anwendungen vom Assistenzsystem im MCI Institut untersucht und weiterentwickelt. Mitarbeiter bzw. Studenten haben einen gemeinsamen Web-Wiki System¹ zur Verfügung, der unter anderem als gemeinsamer Dateizugriff und Informationsquelle dient. Alle, die am Projekt teilnehmen (oder teilgenommen haben), können in diesem Dateizugriff die letzte Version des Projektes zugreifen und mitteilen.

In diesem gemeinsamen System lag schon die anfängliche Implementierung des Gamification-Ansatzes, das in der ersten Studie in einer industriellen Umgebung getestet wurde. Dieser Ansatz bestand aus drei Gamification-Elemente: einen farbigen Kreis mit einer Würfelfigur und zwei Punkte-Balken.

Bei jedem Arbeitsprozess der Montage soll der Kreis zunehmend seine Farbe von grün zu rot wechseln und im Laufe der Zeit kleiner werden. Drinnen im Kreis gibt es eine Würfelfigur, dessen Zahl den Arbeitsprozess repräsentiert. Bei schneller Bearbeitung (=grüner Kreis) sollen mehr Punkte in die Punkte-Balken integriert werden. Die zwei Balken stellen die Menge der (bisherigen) Punkte dar, die der Mitarbeiter bekommen hat. Der obere Punkte-Balken stellt die Punkte der aktuellen Montage dar und der Untere repräsentiert die gesamten Punkte aller Montagen.

Diese Idee war schon implementiert, aber musste noch erweitert und an einem bestimmten Montagearbeitsplatz und an Arbeitsprozesse angepasst werden.

¹<http://pms.hcilab.org/>



Abbildung 5.1.: Bessey normale Blehschere, die am Montagearbeitsplatz zusammengebaut wird



Abbildung 5.2.: Montagearbeitsplatz mit Gamification-Fläche (weiß)

5.2. Montagearbeit und Arbeitsprozesse

Die manuelle Montage von normalen Blehscheren der Firma GWW in Holzgerlingen wurde für die erste Studie gewählt. Dort werden Blehscheren für die Firma Bessey zusammengebaut. Die Montageaufgabe wird von physisch und geistig leistungsgeminderten Mitarbeiter durchgeführt.

Die zu montierende Blehschere besteht aus einem Oberteil und einem Unterteil aus Blech sowie eine Schraube, eine Scheibe, einen Federring und eine Mutter, die die Schere zusammenhalten. Die Unterteile liegen in einer Kunststoffkiste an der linken Seite des Arbeitsplatzes und die Oberteile in einer anderen an der rechten Seite. Die andere kleine Teile liegen vor der Montagebereich, jede in einer kleinen Kunststoffkiste.

Genau in der Mitte der Montagebereichs gibt es drei Vorrichtungen, wo die Scheren von vornherein montiert werden. Also wird jedes Arbeitsgang drei Mal durchgeführt, sodass bei jeder Montage drei Blehscheren zusammengebaut werden.

Die Montage besteht aus acht Arbeitsgängen:

- Die Schraube auf die passende Vorrichtung einlegen.
- Der Unterteil in die Vorrichtung einlegen und dabei Schraube und Führung achten.
- Der Oberteil einlegen und darauf achten, dass die Schere geschlossen ist.
- Die Scheibe mit der Wölbung nach oben einlegen.

- Der Federring einlegen.
- Die sechs-eckige Mutter auf der Scheren-schraube nach oben einsetzen.
- Die Mutter mit dem Schraubendreher anschrauben.

Über und hinten der Arbeitsfläche gibt es eine kleine Verschraubungsmaschine, die die Verschraubung am Ende dieser testet. Wenn die Schere gut zusammengebaut ist, leuchtet ein grünes Licht mit einem kurzen Tonklang und wenn nicht ein rotes zusammen mit zwei kurzen Tonklänge. Wenn ein Arbeiter einer von den drei Scheren falsch montiert hat, bemerkt man erst diesen Fehler am Ende der Montage.

Ein Fehler bei der Montage kann wegen verschiedenen Gründen verursacht sein:

Z.B. wenn die Wölbung der Scheibe nach oben statt unten oder die Mutter nach unten statt oben eingelegt worden sind. Manchmal gibt es auch Materialfehler von einigen Bauteilen, die bei der Montage Fehler verursachen und, wobei es sich um keinen menschlichen Fehler handelt.

Wie man in der Abbildung 5.2 betrachten kann, werden die Gamification-Komponenten rechts neben dem Arbeitsbereich projiziert. Vor dem Arbeitsplatz gibt es keinen Platz, da die Mitarbeiter Fotos auf den Kunststoffkisten als Hinweis haben. Es wurde deshalb mit dem Ansprechpartner der Firma besprochen, eine weiße Fläche extra neben dem Arbeitsbereich aufzustellen.

Arbeitsprozesse für den Gamification-Ansatz

Die Implementierung des Gamification-Ansatzes ist von den verschiedenen Arbeitsprozessen abhängig. Da die acht Arbeitsgängen, auf der die Montage besteht zu viel und zu kurz sind, wurden die Arbeitsprozesse für die Studie anders strukturiert. Die Montage wurde ausführlich betrachtet und auf Video aufgenommen, sodass die Arbeitsprozesse für die Montage der drei Blechscheren in fünf eingeteilt wurden:

- Prozess 1: Die drei Schrauben auf die drei passenden Vorrichtungen einlegen.
Anfang: Mitarbeiter berührt die erste Schraube.
Ende: Mitarbeiter berührt ersten (Scheren-)Unterteil.
- Prozess 2: Die drei Unterteilen und danach die drei Oberteilen einlegen.
Anfang: Ende Prozess 1.
Ende: Mitarbeiter berührt erste Scheibe.
- Prozess 3: Die drei Scheiben und danach die drei Federringe einlegen.
Anfang: Ende Prozess 2.
Ende: Mitarbeiter berührt erste Mutter.
- Prozess 4: Die drei Scheiben und danach die drei Federringe einlegen.
Anfang: Ende Prozess 3.
Ende: Mitarbeiter berührt der Schraubendreher.
- Prozess 5: Die drei Mutter verschrauben (und die drei Töne hören).
Anfang: Ende Prozess 3.
Ende: Letzte Mutter ist verschraubt.

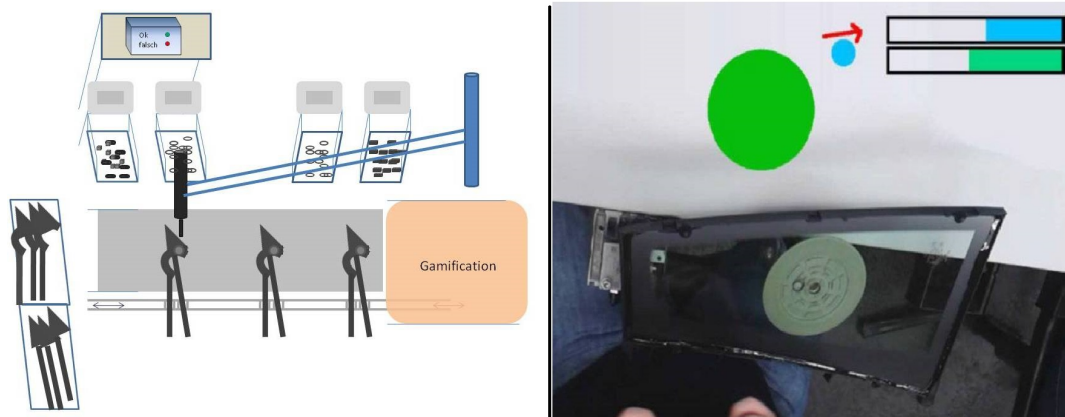


Abbildung 5.3.: Links: Mock-Up des Arbeitsplatzes mit Anzeige der Projektionsfläche.
Rechts: Mock-Up der Visualisierung der Gamification-Komponente.

5.3. Gamification-Ansatz und Scoring-Konzept

Bei jedem Arbeitsprozess soll ein neuer Kreis auftauchen und die Würfelfigur soll die folgende Zahl zeigen (nach der Fünf kommt die Eins). Wie schon an den vorherigen Kapiteln erläutert, der Kreis wird im Laufe der Zeit kleiner und ändert seine Farbe allmählich von grün zu gelb bis rot.

Die Geschwindigkeit der Verkleinerung sowie die Farbänderung des Kreises hängt von der Geschwindigkeit der Mitarbeiter bei der Montage ab. Da nicht alle die selbe Kenntnis und Erfahrung von der Arbeitsaufgaben besitzen, wird die Gamification an ihnen persönlich angepasst. Hierfür wird vor der Studie für jeden Teilnehmer eine Messung (Vorlaufstudie) von drei ganzen Montagen (je drei Scheren) durchgeführt. Die durchschnittliche Zeit von jedem Arbeitsprozess wird dann in der Studie mit der Gamification-Komponente angepasst.

Wenn der Arbeitsprozess zu Ende geht, bewegt sich der Kreis mit ihrer bisherigen Größe und Farbe in Richtung auf den beiden Punkte-Balken. In diesem Moment wird sich der Punkte-Balken, der die Montage repräsentiert, sich entsprechend den gewonnenen Punkten (siehe nächstes Kapitel) vergrößern und färben. Wenn der Mitarbeiter einen Fehler bei der Montage gemacht hat, wird der Kreis plötzlich klein und rot und er erhält keine Punkte.

Wenn die Montage fertig ist (wenn der fünfte und letzte Arbeitsprozess zu Ende geht), wird sich der „totalen“ Punkte-Balken mit den Punkten der „aktuellen“ Punkte-Balken vergrößern und der „aktuelle“ Punkte-Balken läuft leer (um erneut anzufangen).

Scoring-Konzept

Bei jedem fertigen Arbeitsprozess wird der Teilnehmer mit Punkten belohnt. Diese werden in den beiden Punkte-Balken dargestellt. Die Färbung jedes Punkte-Balkens ist proportional zu dem bekommenen Punkten, sodass die ganze Färbung die volle maximale Punktzahl darstellt.

Die Menge der Punkte hängt von der durchschnittlichen Zeit ab, die jeder Mitarbeiter für jeden Arbeitsprozess braucht. Da nicht alle Prozesse gleich lang und schwer sind, ist die maximale Punktzahl

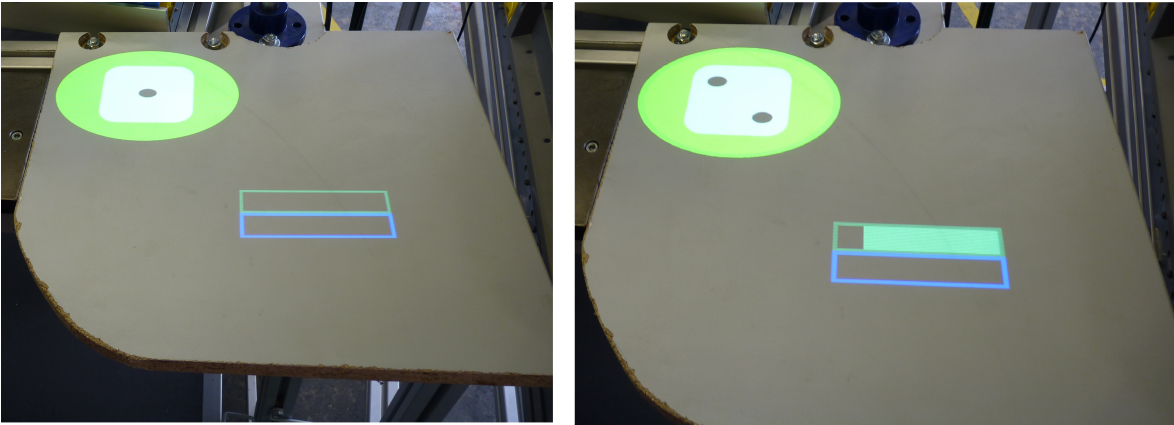


Abbildung 5.4.: Projektion der Gamification-Komponenten. Links: Am Anfang der ersten Montage vor dem ersten Arbeitsprozess. Rechts: Bei dem zweiten Arbeitsprozess



Abbildung 5.5.: Projektion der Gamification-Komponenten. Links: Bei dem ersten Arbeitsprozess. Rechts: Am Ende der dritten Arbeitsprozess, Kreis bewegt sich gegen Punkte-Balken

bei jedem Prozess proportional zu ihrer Dauer. Diese maximale Punktzahl hängt bei jedem Prozess von der gesamten durchschnittlichen Zeit bei einer ganzen Montage. Auf dieser Weise ist die Gamification an jedem Teilnehmer personalisiert.

Außerdem wurde der Scoring-Konzept des Gamification-Ansatzes angesichts der Motivation der Teilnehmer festgestellt. Wenn diese die Arbeitsprozesse in ihrer durchschnittliche Zeit beenden, ist der Kreis schon gelb grünlich (anstatt grün), damit die Mitarbeiter sich noch anstrengen und die folgenden Arbeitsprozesse schneller durchführen.

zPx : Durchschnittliche Zeit, die ein Mitarbeiter für den Prozess X braucht.

zTo : Durchschnittliche Zeit, die ein Mitarbeiter für eine ganze Montage braucht.

$maxPx$: Maximale Punktzahl bei dem Arbeitsprozess X: $Round((zPx / zTo) \cdot 100)$

Wenn (%Z von zPx)	Bekommene Punkten
Z ≤ 66%	maxPx
66% < Z ≤ 75%	maxPx * 0.95
75% < Z ≤ 85%	maxPx * 0.9
85% < Z ≤ 95%	maxPx * 0.85
95% < Z ≤ 105%	maxPx * 0.8
105% < Z ≤ 116%	maxPx * 0.6
116% < Z ≤ 124%	maxPx * 0.2
Z > 124%	0

Tabelle 5.1.: Gewonnene Punkte für jeder beendeten Arbeitsprozess in der Zeit Z (in Sekunden)

5.4. Programm

Das System MotionEAP war noch nicht bereit, die ganzen Montageprozesse zu erkennen, deshalb wurde die Gamification-Implementierung für eine Wizard-of-Oz Studie (siehe Kapitel 2.3.2 dieser Ausarbeitung) angepasst.

Die umfangreiche benötigte Fläche bei der Montagearbeit der normalen Scheren und vor allem die kleine Größe von den kleinen Teilen verursachten, dass es eine exakte Bewegungserkennung des motionEAP-Systems nicht möglich war. Die aktuelle Technologie des Kinect-Sensors war der Zeit nicht soweit und muss noch verbessert werden, damit diese in der Zukunft in der realen industriellen Umgebung angepasst werden kann.

Wie in den vorherigen Abteilungen erläutert, war die Gamification-Komponente schon implementiert, aber diese musste noch an den Arbeitsprozessen der Scherenmontage angepasst werden. Außerdem sollte ein Programm gestaltet werden, das diese Funktionen für die Gamification- „Wizard-of-Oz“-Studie bieten konnte.

Die Grundlage und Struktur des Programms der Gamification-Wizard-of-Oz war die Benutzeroberfläche (von englisch graphical user interface, GUI) des motionEAP-Systems (namens AdminView), die auf der Programmiersprache C# geschrieben ist. Bei Dieser kann der Benutzer u.a. die verschiedenen Tools und Optionen des Systems einrichten und konfigurieren. Die Bewegungserkennungsoptionen des Systems wurden nicht benutzt, aber die Funktionen für Projektion motivierende Elemente schon.

Die graphische Darstellung des Reiters (siehe Abbildung 5.3) besteht aus verschiedenen auf Englisch beschriebenen Schaltflächen und einem Informationsetikett, die bei der Studie von den Experimentator genutzt werden. Während der Montagearbeit werden die Teilnehmer mit einer Web-Cam gefilmt, sodass der Experimentator live den Anfang und das Ende jedes Prozesses betrachten kann.

Da nicht alle Teilnehmer die gleiche Zeit für jede Montageprozess brauchen, hängt die Gamification-Implementierung von dieser ab. Am Anfang soll deshalb eine Pre-Studie (Schaltfläche „PreStudy: Average Times“) für jeden Teilnehmer durchgeführt werden, wobei in drei ganzen Montagen die

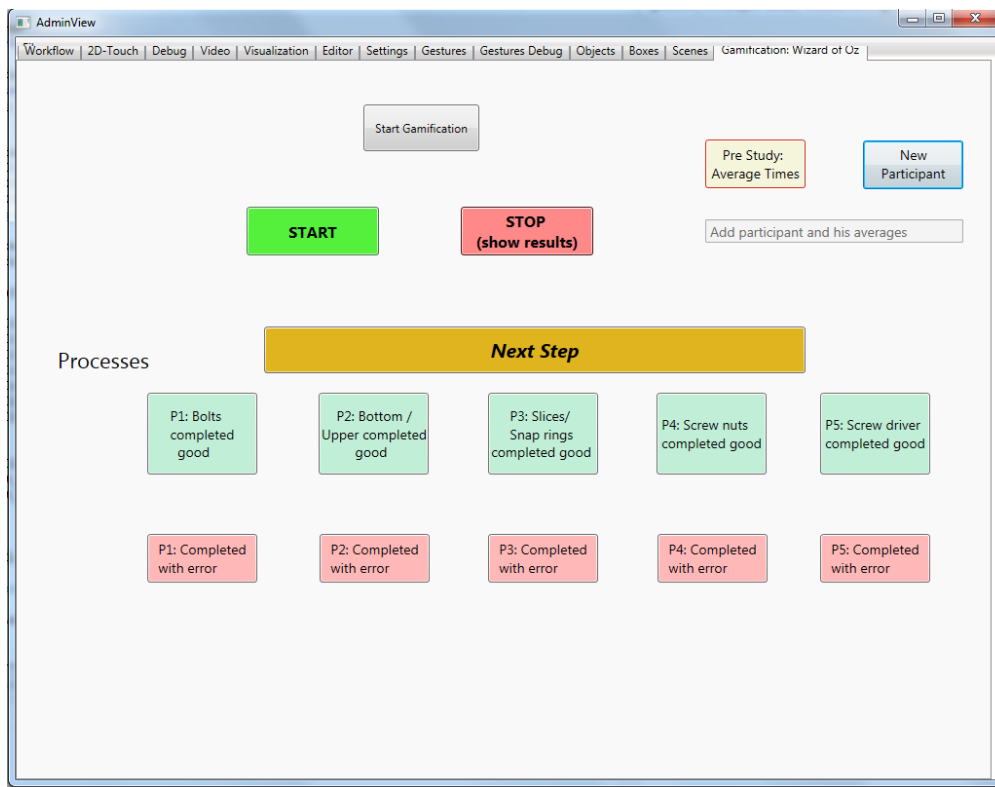


Abbildung 5.6.: Graphische Benutzeroberfläche (GUI) der motionEAP mit dem Reiter des Gamification Wizard-of-Oz Programm

durchschnittliche Zeit von jedem Arbeitsprozess (und für die Montage) ausrechnet werden. Die Teilnehmernummer sowie ihre Zeiten werden in einer Microsoft-Excel-Datei gespeichert.

Nach der Vor-Studie kann ein neuer Teilnehmer hinzugefügt werden (Schaltfläche „New Participant“), indem man ihre durchschnittliche Zeiten in einer neuen auftauchenden Excel-Datei angibt (und speichert). Ab diesem Moment kann der Teilnehmer mit der Montagearbeit anfangen.

Die Schaltflächen „Start“ und „Stop“ weisen den Anfang und Ende einer ganzen Montage auf. Wenn „Start“ gedrückt wird, verschwindet die Excel-Datei-Ansicht und wird nicht mehr sichtbar bis „Stop“ gedrückt wird, sodass der Experimentator eine klare Aussicht des GUIs während der Studie haben kann. Außerdem wird nach dem Starten die aktuelle Dauer (in Sekunden) für jede ganze Montage angezeigt, damit der Experimentator einen Überblick kriegt.

Die Projektion des Gamification-Ansatzes startet mit der Schaltfläche „Start Gamification“. Die drei Gamification-Komponenten: der große grüne Kreis mit der Würfelfigur Eins drinnen und die zwei Punkte-Balken werden in die projizierte Fläche angezeigt.

Beim Starten oder mit der gelben „Next Step“ (nächster Schritt) Schaltoberfläche wird der Kreis initialisiert -wieder groß und grün- (mit der Laufe der Zeit wird klein und ändert seine Farbe). Die Würfelfigur zeigt dann die folgende Zahl.

5. Kreis-Ansatz

	A	B	C	D	E	F	G
1	31/07/2014 10:25	Mean Total	Mean P1	Mean P2	Mean P3	Mean P4	Mean P5
2	Participant 7	208,8026123	19,71513	54,80414	35,17302	35,22868	63,88165
3	Max Points:	100	9	26	17	17	31
4							
5							
6		TIME (min:sec)					
7	STARTED:	27:42:00					
8	P1 Completed corr:	27:56:00					
9	P2 Completed corr:	28:42:00					
10	P3 Completed corr:	29:18:00					
11	P4 Completed corr:	29:45:00					
12	P5 Completed corr:	30:24:00					
13	STOPPED:	30:25:00					
14							
15	DURATION (seconds)	161,2762146	13,9668	45,5106	35,94305	27,17655	38,67921
16	POINTS	9.185.001	8,55	23,4	13,6	15,3	31
17							

Abbildung 5.7.: Auszug aus der Excel-Datei, die die Daten der Montagearbeit eines Teilnehmers beinhaltet

Die unteren Schaltflächen weisen das Ende jeder Arbeitsprozess (Fünf insgesamt) auf. Die Grüne für eine fehlerfreien Durchführung (und für die Vor-Studie) und die rote für die Durchführung des Prozesses mit einem Fehler. Beim Klicken wird in der Informationsetikette den letzten beendeten Prozess angezeigt, damit der Experimentator Kontrolle über die Folge der verschiedenen Arbeitsprozesse erhält. Die Information -genaue Zeit (ms), Fehler und gewonnene Punkte (siehe letzte Abteilung, Gamification-Ansatz und Scoring-Konzept) - von jedem Arbeitsprozess wird in der Excel-Datei des Teilnehmers gespeichert und kann für jede Montage nach dem Stoppen betrachtet werden. Außerdem steht am Anfang der Datei neben der durchschnittlichen Zeiten die maximale Punktzahl pro Prozess zu Verfügung.

Bei der grünen Schaltflächen bewegt sich der Kreis gegen die Punkte-Balken und diese färben sie sich mit den entsprechen Punkten. Bei den Roten Schaltfläche (Fehler) wird der Kreis zudem plötzlich ganz rot.

6. Studie mit dem Kreis-Ansatz

Nachdem die erste Implementierung schon fertig war, sollte die erste Studie durchgeführt werden. Die Studie war auf leistungsgeminderte Menschen in der Industrieumgebung ausgelegt. Hauptziel von dieser war die Betroffenheit der industriellen Arbeit und Mitarbeiter in der Produktion mit der Aufstellung und Projektion von einer Gamification-Komponente in ihren Arbeitsplätzen zu beobachten und analysieren: Wie die Mitarbeiter sich an die Gamification anpasst gewöhnten, wie sie reagierten oder welche Auswirkungen diese an ihrer Arbeitsstimmung hatten, waren die zu untersuchenden Kernthemen.

Man wollte die Dauer und Fehlerrate, d.h. wie viele Fehler die Teilnehmer machten, bei den Arbeitsprozessen messen und diese mit dem bisherigen Standardablauf (Stand der Technik, SdT) bei ihren Arbeitsplätzen vergleichen. Außerdem war es wichtig, die Motivation von den Teilnehmern und Stimmung bei der Arbeit zu analysieren.

Erste Schritte und Vorbereitung

Am wesentlichste war es zuerst sich mit den verschiedenen sozial unterstützten Arbeitsorganisationen und Unternehmen, wo leistungsgeminderte Arbeiter berufstätig sind, in Verbindung zu setzen, um die Studie durchzuführen. Die Implementierung der Gamification ist von den verschiedenen Arbeitsabläufen abhängig, deshalb war nicht jeder Arbeitsplatz oder Organisation für die Studie geeignet. Es war erforderlich, dass die Arbeit, sich in systematischen und wiederholten Arbeitsprozessen verteilt war, damit die Implementierung an diesen gut passte. Dank der Kontakten, die mein Betreuer Dr. Oliver Korn zur Verfügung stellte, und die eine Einigung mit dem MCI-Institut und motionEAP-Projekt haben, setzte ich mich in Verbindung mit der Firma *BESSEY Tool GmbH & Co. KG*, ein großes Unternehmen, das sich mit der Produktion von manuellen Spannwerkzeugen beschäftigt. Die Montage von ihrer Schraubzwinde war auch die Anfangsidee für die Studie, aber nach dem Gespräch mit den entsprechenden Ansprechpartner war der Arbeitsplatz wegen der Montagearbeitsprozesse nicht für die Gamification-Studie geeignet. Außerdem gab es nicht genug Platz, um die Gamification-Komponente zu projizieren.

Schließlich setze ich mich in Kontakt mit den Ansprechpartner vom Unternehmen GWW, die auch eine Eignung mit dem motionEAP-Projekt und die Universität Stuttgart haben. Die GWW besteht aus 17 Behindertenhilfe zusammengeschlossene Organisationen, die in gemeinsamer sozialer Verantwortung Menschen mit Behinderungen in Böblingen und Calw die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben ermöglichen. Die Bedürfnisse von leistungsgeminderte Menschen werden dort in Acht genommen, wobei sie die Wahlmöglichkeiten zwischen verschiedenen Angeboten haben. Dadurch wird eine gleichberechtigte und selbstbestimmte Teilhabe am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen, verursacht.

Der GWW Standort in Holzgerlingen beschäftigt sich vor allem mit der Montage und Fertigung von Biertischen und Blech- und Metallscheren. Die Montage der Blechscheren waren am besten geeignet



Abbildung 6.1.: Arbeitsplatz Blehscheren-Montage bei der Studie

für die Gamification-Studie. Ich war imstande mit dem Gesprächspartner eine lange Besichtigung durch alle (Metallscheren-)Montagearbeitsplätze durchzuführen, um den für die Studie geeignetsten Arbeitsplatz zu finden. Dabei spielten auch eine wichtige Rolle die Bedürfnisse von den Mitarbeitern bei schwierigen Arbeitsplätzen zu kennen und zu untersuchen, wo genau sie Hilfe (z.B. mithilfe der Gamification) benötigten. Die Kooperation und Bereitschaft von dem Ansprechpartner war stets bestmöglich.

Um ein gutes zuverlässiges Ergebnis am Ende der Studie zu erhalten, war es wichtig, dass es genügend Arbeiter in der Studie teilnahmen. Außerdem sollten sie genügend Wiederholungen von ihrer Arbeitsprozessen machen, um eine allgemeine und reale Übersicht zu erhalten, die mit den Prozessabläufen zu tun hätten, und wo die erhaltene Ergebnisse nicht zufällig wurden.

Beschreibung

Das Design der Studie handelte sich um eine „Repeated measures“-Design. Die Studie konzentrierte sich also auf die Montage von Blehscheren durch leistungsgeminderte Arbeiter in der GWW. Die Probanden wurden während der Studie in ihrer regulären Arbeitsumgebung an den regulären Produkten arbeiten (siehe Abbildung 7.2). Ziel war die Durchführung der Studie mit mindestens zehn, aber idealerweise mit 20 Mitarbeitern.

Bedingung	Prozess	Intervention
1	10 Montagen Blehschere, jede Montage 3 Stück	keine Änderungen
2	10 Montagen Blehschere, jede Montage 3 Stück	Projektion der Gamification-Komponente in den Arbeitsbereich

Tabelle 6.1.: Geplante Studienabläufe

Zu Beginn der Studie wurde die bestehende (im vorherigen Kapitel beschriebenen) Kreis-Implementierung von Gamification in einer "Wizard-of-Oz-Studie analysiert. Dieser Ansatz täuschte eine softwareseitige Fehleranalyse nur vor, da das Assistenzsystem derzeit Fehler noch nicht sicher erkennen kann.

In Bedingung 1 (siehe Tabelle 6.1) wurden keine Änderungen vorgenommen. Der Arbeitsprozess wurde mit Video dokumentiert und die Dauer und Fehlerrate der Prozessschritte gemessen. Dabei sollten die Teilnehmer nur ihre übliche Montagearbeit durchführen. Für Bedingung 2 wurde eine Gamification-Komponente auf die rechte Seite des Arbeitsbereichs projiziert (siehe Abbildung 7.3 links, orange). Hier wurde analog zu Bedingung 1 dokumentiert. Die Arbeiter mussten ihre Montagearbeit durchführen, aber hatten die Gamification-Projektion nebenan, die ihnen die Nummer von Arbeitsprozess anzeigte und zur Motivation einer schnelleren Durchführung diente.

Die Gamification-Komponente verwendete eine einfache Kreisdarstellung, um die Arbeiter während der Montage zu unterstützen (siehe Abbildung 7.3, rechts). Der Fortschritt des aktuellen Arbeitsschrittes wurde hierbei über einen farbigen Kreis visualisiert. Während des Arbeitsprozesses wechselt sich die Farbe des Kreises von grün zu rot, verkleinert sich der Kreis. Bei schneller Bearbeitung (= grüner Kreis) werden nach Fertigstellung mehr Punkte in die Punkte-Balken integriert. Das Volumen des verbleibenden Kreises entspricht dem Zuwachs des Balkens. Dabei zeigt der obere Balken die Punkte der aktuellen Montage und der untere Balken die Gesamtpunkte aller Montagen (hier: 10). Außerdem zeigt der Kreis die Prozessnummer als eine Würfelabbildung. Da die Montage in fünf Prozessen geteilt ist, wird nach der fünften Würfelzahl nochmal die erste dargestellt (anstatt die sechste Würfelzahl). Sollte der Arbeiter einen Fehler machen (und diesen nicht korrigieren) wird der Kreis sofort klein und rot und es werden keine Punkte vergeben.

6.1. Studienablauf

Fragebogen

Am Anfang und Ende der Gamification-Studie haben die einzelnen Teilnehmer einen Fragebogen zur Erhebung der (körperlichen, geistigen und emotionalen) Befindlichkeit ausgefüllt [Anhang, 1.]. Dieser war auf der SUS-Struktur (System Usability Scale) beruhend. SUS ist ein technologie-unabhängiges System zur Ausmessung von Bedien- und Benutzbarkeit von Produkten, das schon u.a. auf Hardware, Software und Websites und in anderen Studien getestet wurde [Bro96]. In einer Skala von eins bis fünf (trifft nicht zu - trifft voll zu) sollten die Teilnehmer ihre Einschätzungen, Zustände und Beurteilungen ausdrücken.

Der Fragebogen wurde auf zwei Seiten unterteilt. Die erste wurde vor der Studie und die zweite nach der Studie von den Teilnehmern ausgefüllt. Der Vorfragebogen bestand aus der allgemeinen Einschätzung der Teilnehmer, Information vor allem über ihre allgemeine Befindlichkeit und die Arbeit an dem Arbeitsplatz der Studie. Damit konnten die verschiedenen Teilnehmer eingeschätzt werden. Es war wichtig festzustellen, ob die Arbeiter im Allgemein froh und gemütlich mit ihrer Tätigkeit waren und wie wichtig für sie im allgemeinen das Spielen war. Da Gamification auf spielerischen Elementen beruht, war bedeutend diese Ansicht im Fragebogen einzuführen. Alle Arbeiter, die an der Studie teilnahmen, waren entweder geistig oder physisch beeinträchtigt, deshalb war es wichtig diesen Unterschied am Ende betrachten zu können.



Abbildung 6.2.: Teilnehmer der ersten Studie bei der Arbeitsmontage mit der Gamification-Komponente. Links: vierten Montageprozess. Rechts: Fünften Montageprozess.

Neben der allgemeinen Einschätzung haben die Teilnehmer mit dem Fragebogen ihren aktuellen Zustand vor der Studie ausgedrückt. Ihre Laune neben ihrer emotionalen und körperlichen Befindlichkeit wurde beschrieben und nach der Studie nochmal angefragt. Auf diese Weise konnten diese mit den Ergebnissen am Ende der Studie verglichen werden. Das letzte Teil des Fragebogens war eine Beurteilung der Gamification, z.B. ob sie motivierend und hilfreich für sie war oder sie beim Arbeiten störte.

Studie

Es wurden schließlich nur zehn Mitarbeiter von der GWW für die Studie zur Verfügung gestellt. Die Anforderungen an dieser für die Durchführung waren zwar zwischen 10 und 20, aber in dem Datum (Ende Juli) gab es nicht genügend Mitarbeiter, die die spezifische Übung kannten und andere waren nicht für die Arbeit verfügbar oder im Urlaub. Alle waren leistungsgemindert, acht von ihnen geistig und zwei physisch behindert. Sie waren zwischen 19 und 54 Jahre alt mit einem gesamten Durchschnitt von 38 Jahren. Einige von ihnen konnten die Arbeit sehr gut und wussten genau wie die Arbeitsprozesse der Montage funktionierten. Andere hingegen hatten nicht viel Erfahrung dabei und mussten sich die Arbeitsgänge anlernen.

Auf jeden Fall wurden die zehn Mitarbeiter in zwei Gruppen verteilt. Die erste führte zuerst die zehn Montagen mit der ersten Bedingung (ohne Gamification-Komponente, ihre habituelle Standardarbeit) durch und danach hinterher die zehn Montage mit der zweiten Bedingung (mit der Gamification-Komponente). Die zweite Gruppe führte die Montagen umgekehrt durch: Zuerst zehn mit der ersten Bedingung und danach zehn Montagen mit der zweiten. Dadurch sollte sich vergewissern werden, dass die Dauer oder Fehlerrate der Prozessen nicht an der Erschöpfung wegen den Wiederholungen oder Langeweile der Teilnehmer lag.

Beide Gruppen führten jedoch am Anfang, vor der zehn Montagen, drei Vormontagen durch, die nicht an der Studie gezählt wurden, aber die zur Einstimmung von der persönlichen Geschwindigkeit dienten. Da nicht alle Mitarbeiter das selbe Kenntnis- und Erfahrungsniveau von der Montagegear-

beit hatten, wurde die Gamification-Komponente an ihnen mit dieser Einstimmung gepasst. Von diesen drei Durchführungen wurde einen Durchschnitt von den einzelnen Arbeitsprozessen (fünf insgesamt) ausgerechnet. Dieser Durchschnitt wurde auch automatisch mit dem Wizard-of-Oz Programm kalkuliert, sodass die jeweiligen Zeiten später für die Studie in die Geschwindigkeit der Gamification-Komponente implementiert wurden. Bei jemand z.B., der schneller bei einem spezifischen Montageprozess war, verkleinerte sich und änderte seine Farbe der Kreis bei der Gamification-Komponente entsprechend schneller. Auf diese Art hatte jedem Prozess von jedem Teilnehmer eine durchschnittliche Zeit zugewiesen.

6.2. Ergebnisse

Die zehn Probanden arbeiteten während der Studie in ihrer regulären Arbeitsumgebung an den regulären Produkten (Blehschere), wobei sie mit Video dokumentiert wurden und die Dauer und die Anzahl von Fehlern bei allen durchgeführten Montagen -zehn Mal mit und zehn Mal ohne Gamification- gemessen wurde (repeated measures Design). Im Hinblick auf die Produktionsdauer war meine Hypothese, dass Gamification das Engagement steigern und damit die Produktionszeit reduzieren sollte. Die Daten aus den Produktionsdauer bzw. Fehleranzahl der Teilnehmer wurden in einem (Zweistichproben)T-Test getestet.

Auswirkungen auf die Produktionsdauer

Die Leistungsmessung in Produktionsumgebungen bedeutet im Wesentlichen, Messzeit und Qualität. Dabei wurden die Produktionszeiten und Fehlerraten verglichen. Alle Werte sind in Sekunden (s) angegeben und beinhalten Standardabweichungen (SA). Wie man in der Abbildung 6.5 betrachten kann, weisen die Ergebnisse der Messungen auf einen bedeutenden Unterschied zwischen den durchschnittlichen Dauern auf: [Standard: 122.26s, SA: 47.4s] [mit Gamif.: 113.93s, 38.29s].

	Standard	mit Gamification
Dauer	$\bar{x} = 122.26 \text{ s}$ SA = 47.4 s	$\bar{x} = 113.93 \text{ s}$ SA = 38.29 s
Fehleranzahl	$\bar{x} = 0.9$ SA = 2.5	$\bar{x} = 1.5$ SA = 2.1

Wie erwartet, die Durchschnittszeit pro Produktionssequenz (die Montage eines Produktes) wird in einem 6.8% und die Standardabweichung in einem 19.2% reduziert. Allerdings gibt es eine hohe Varianz. Selbst wenn ein Alpha-Fehler von 0.10 als annehmbar wird, ist es schwierig, diese Ergebnisse statistisch zu sichern. Die Hypothese also, dass Gamification Produktionsdauern reduziert empfängt eine relative schwache Unterstützung ($p < 0,09$, marginal signifikant).

Auswirkungen auf die Fehleranzahl

In der Produktion war es immer wesentlich, die Anzahl der Fehler zu messen und die Abfallprodukte aus den Arbeitsgänge zu beseitigen. Da es bei der Durchführung von Echtzeit-Fehlererkennung in den Systemen technische Einschränkungen existieren, war eine mögliche Hypothese in diesem Fall, dass die Qualität mit der Gamification wegen der Motivation beim schneller werden; senken würde.

6. Studie mit dem Kreis-Ansatz

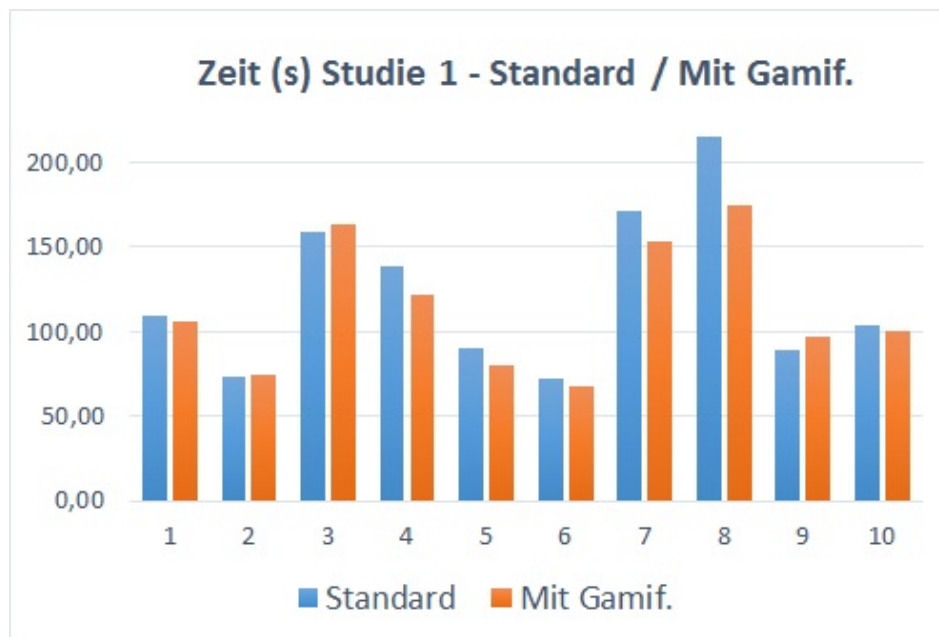


Abbildung 6.3.: Durchschnittsproduktionsdauern von jedem Teilnehmer ohne (Standard) und mit Gamification bei der ersten Studie (in Sekunden)

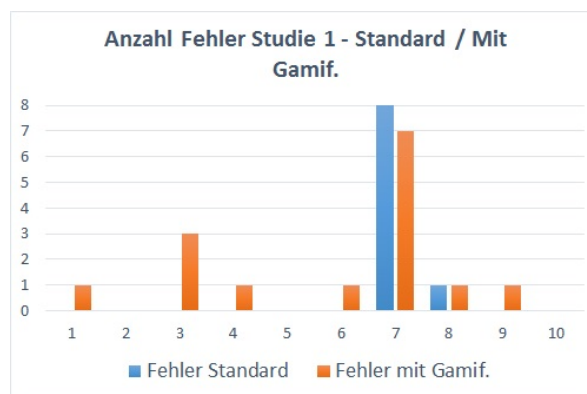


Abbildung 6.4.: Anzahl von Fehlern für jeder Teilnehmer ohne und mit Gamification bei der ersten Studie

Wie erwartet, die Anzahl von Fehler erhöht sich bei der Montage mit der Gamification-Komponente (Abbildung 6.6, unten). Trotzdem kann diese Hypothese nicht bestätigt werden ($p > 0,28$).

Aufnahme der Teilnehmer

Die folgenden Grafiken zeigen die Antworten der Teilnehmer bei den Fragebogen. Je grüner die

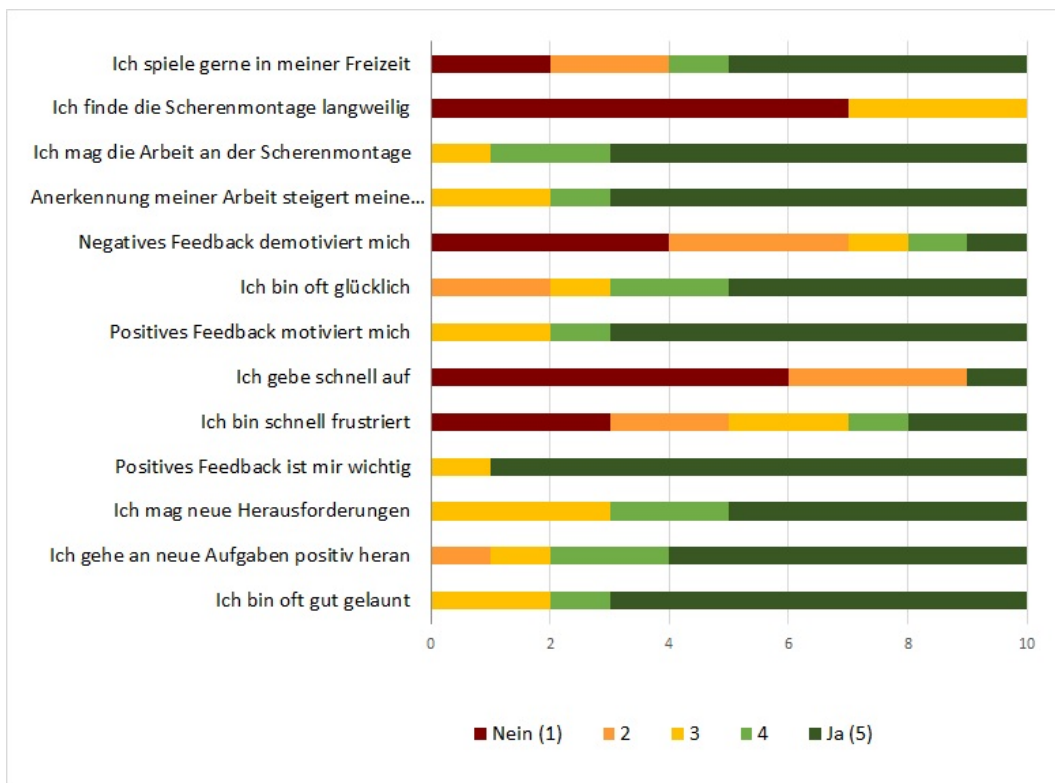


Abbildung 6.5.: Grafik aus dem Fragebogen, Allgemeine Einschätzung von den Teilnehmern in der ersten Studie

Balken gefärbt sind, desto positiver (trifft voll zu) waren ihre Meinungen. Genauso umgekehrt, je roter die Balken, desto negativer (trifft nicht zu) waren diese.

Im Allgemeinen schätzen sich die Teilnehmer gut ein. Laut ihrer Meinungen in dem Fragebogen u.a. geben sie nicht leicht aus, sind oft glücklich, mögen neue Herausforderungen, positives Feedback und Anerkennung ihrer Arbeit (Abbildung 6.7, Grafik aus dem Vorfragebogen der Studie). Diese Einschätzungen sind a priori positiv für eine Gamification Studie. Es ist eine neue Herausforderung für sie, in der sie ein positives oder negatives Feedback (mehr oder weniger Punkte) bekommen. Sie finden Spiele gut und Gamification hat diese spielerische Elemente, die sie aufmerksam machen können.

Wenn der allgemeine emotionale Zustand vor der Studie mit dem Zustand nach der Studie verglichen wird (Abbildung 6.8, unten), gibt es kaum Änderungen. Ihre anfängliche Motivation und gute Laune bleiben. Sie werden mit der Studie auch nicht gereizt, frustriert oder traurig, jedoch schon ein bisschen müde.

Bei der Beurteilung der Gamification wird es klar, dass den Teilnehmern der Gamification-Ansatz gefällt und dass die Kreisimplementierung ihnen fröhlicher macht. Die Gamification störte sie nicht

6. Studie mit dem Kreis-Ansatz

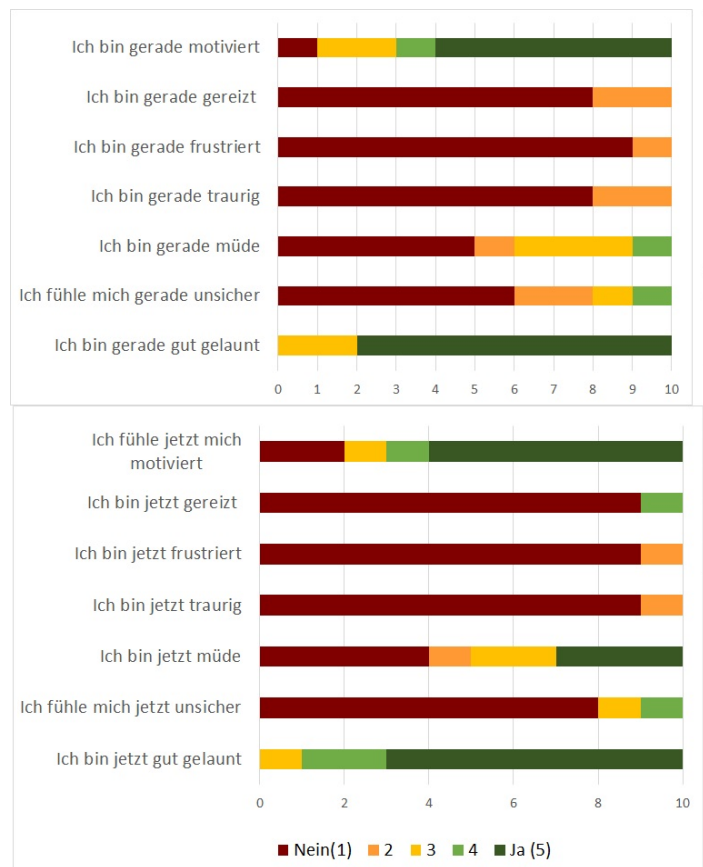


Abbildung 6.6.: Grafik aus dem Fragebogen, Emotionaler Zustand der Teilnehmer vor (oben) und nach (unten) der ersten Studie

bei der Arbeit, aber die Arbeiter fanden sie nicht genug motivierend, besser in ihrer Tätigkeiten zu werden. Es wird nicht klar, ob sie es hilfreich für die Montageprozesse fanden oder nicht.

6.3. Diskussion

In der Diskussion der Studie ist es wichtig den Zustand der Arbeiter in Acht zu ziehen. 80% der Mitarbeiter, die an der Studie teilgenommen haben, waren geistig behindert. Wegen dem beeinträchtigten Geisteszustand von diesen war es manchmal nicht klar, ob sie das Kreisspiel der Gamification-Komponente wirklich oder einigen Teile des Fragebogens verstanden hatten. Besonders ein Teilnehmer z.B., der sich nur mit anderen Menschen per Mimik kommunizieren konnte. Sie behaupteten jedoch immer (nach der Funktionserklärung), sie hatten es schon begriffen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Erfahrungskennntnis der Teilnehmer am Arbeitsplatz der Studie. Nicht alle konnten die Montage gut, die meisten brauchten sehr lange für jede Montage. Die bei GWW gegebene Information über den Leistungsgrad stimmte nicht mit der Realität überein, da

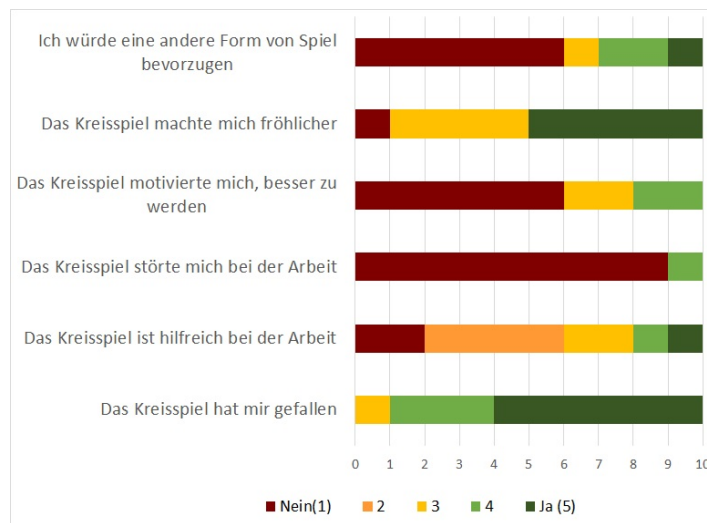


Abbildung 6.7.: Grafik aus dem Fragebogen, Beurteilung der Gamification nach der ersten Studie



Abbildung 6.8.: Experimentator-Aussicht der ersten Studie. Wizard-Of-Oz-Programm und Video-Aufnahme der Arbeitsprozessen werden im Bildschirm gezeigt.

einige Mitarbeiter mit einer niedrigen Wert die Arbeit besser verrichten konnten, als einigen mit einem höheren, konnten. Dieser Punkt war wichtig für die Studie, denn sie mussten sich an der Arbeit konzentrieren und passten deshalb nicht auf die Projektion der Gamification-Komponente auf. Sie konzentrierten sich nur auf ihre übliche Montagearbeit und blickten nur gelegentlich auf die Projektion. Trotz allem haben schon einige öfters auf die Projektion gesehen.

Die Ergebnisse deuten eine bedeutende Besserung der Arbeitsdauer in den gesamten Montageprozessen mit der Gamification-Komponente im Vergleich mit ihrer Standardarbeit an. Die Information des Fragebogens zeigt, dass der Kreisspiel motivierend und fröhlich stimmend für sie war. Die Form des

6. Studie mit dem Kreis-Ansatz

Spiel (Projektion, Bewegung des Kreises, Platz der Projektion, etc) war jedoch laut des Fragebogens nicht hilfreich für ihre Arbeit. Man hat am Anfang der Studie gesehen, dass die meisten Mitarbeiter sehr motiviert und gut gelaunt waren, sie freuten sich auf etwas Neues, auf das Spiel und auf die Studie.

Man kann jedoch nicht sicher feststellen, ob diese Besserung in der Dauer der Arbeit wegen der Gamification begründet ist. Es könnte sein, dass die leistungsgeminderte Mitarbeiter sich auf die Neuigkeit oder auf eine Spielkomponente freuten und deshalb schneller waren. Auf der anderen Seite waren die Teilnehmer bei beiden Gruppen immer mit der Gamification-Komponente schneller, egal ob sie mit ihrer Standardarbeit oder mit der Projektion angefangen hatten.

Außerdem weisen die Ergebnisse auf einer höheren Fehlerrate mit der Gamification-Komponente als ohne auf. Diese ist jedoch nicht (statistisch betrachtet) signifikant genug. Weiterhin ist meiner Meinung nach, von meiner Perspektive in der Studie (live und mit der Kamera kontrolliert), dass diese Fehler zufällig passierten und dass es keine direkte Beziehung mit der Projektion gab.

Ideen für die zweite Studie

Die Ergebnisse dieser Studie werden verwendet, um Anforderungen für eine verbesserte Umsetzung der Gamification-Komponente zu entwickeln. Diese konzentriert sich auf Basis der Ergebnisse der vorangegangenen Studie rein auf die motivationalen Aspekte. Anschließend wird das verbesserte System in einer zweiten Studie in der gleichen Umgebung mit den gleichen Arbeitern und dem gleichen Produkt umgesetzt und ausgewertet.

Mit den erhaltenen Ergebnissen muss unter anderem die neue Implementierung mehr motivierend für die Teilnehmer werden. Die Punkten aus den Balken von der ersten Implementierung waren nicht genug auffallend für die Arbeiter, die sich nur am Kreis ab und zu wandten. Diese Punkte standen als Belohnungen des Gamification-Ansatzes und wurden kaum von ihnen wahrgenommen. Für die Mitarbeiter ist dieser Aspekt sehr wichtig. Gerade bei geistig beeinträchtigte Menschen ist es motivierend, dass sie eine schöne Belohnung erhalten und dass sie ein positives Feedback bei der Gamification bekommen. Mit den Balken und Punkten war es überhaupt nicht genug.

Ein weiterer Punkt zur Verbesserung der Studie ist, die Projektion von der Gamification-Komponente am Arbeitsplatz an einer anderen Stelle zu lokalisieren. Die Teilnehmer an der Studie haben nicht oft an dieser genug aufgepasst. Deshalb sollte diese besser z.B. in die Mitte vorne ihres Arbeitsplatzes gestellt werden.

Außerdem ist es wichtig, dass mehr Mitarbeiter in die zweite Studie teilnehmen, und dass diese bessere Kenntnisse von den Arbeitsprozessen besitzen. Da die Studie und das System über keine Anweisungen für die Montage disponiert, wäre es besser, dass sie mehr vorbereitet für diese sind und dass sie die Gamification-Komponente besser verstehen. Deshalb soll die neue Implementierung neben motivierend auch einfach und nicht sehr detailliert, mit vielen Figuren, werden. Sie soll leicht für das Verständnis der leistungsgeminderten Mitarbeiter sein und ihre Beobachtung finden, ohne dass sie von ihrer Arbeit abgelenkt werden.

7. Pyramide-Ansatz

Wie schon bei der „Diskussion“ der ersten Studie erläutert wird, werden die dabei erhaltende Ergebnisse benutzt, um Anforderungen für einen neuen und besseren Gamification-Ansatz einzurichten. Die motivierenden Aspekte und Wünsche der Teilnehmer sowie die entstandenen Probleme und Schwierigkeiten sollen für die zweite Implementierung berücksichtigt werden. Dabei sollte diese in einer zweiten Studie in einer ähnlichen Umgebung -selbe Montagearbeit und Arbeitsprozesse- (wenn möglich) mit den gleichen Arbeitern und dem gleichen Produkt umgesetzt und ausgewertet werden (siehe erste Implementierung, Montagearbeit und Arbeitsprozesse). Damit könnten am Ende beide Implementierungen sowie die Ergebnisse und Umstände bei den betreffenden Studien betrachtet werden.

7.1. Neue Anforderungen

Rückblickend lief die erste Studie gut, jedoch gab es einigen Aspekte, die mit der zweiten Gamification-Implementierung verbessert werden sollten.

Der Fragebogen bei der ersten Studie z.B. zeigte, dass den Mitarbeitern der Kreis-Gamification-Ansatz gefiel und fröhlicher machte, jedoch motivierte dieser ihnen (besser zu werden) nicht. Es sollte deshalb einen neuen Gamification-Ansatz implementiert werden, der diese Motivation bei ihnen aufweckt und, bei dem sie mehr Spaß haben können.

Außerdem begangen die Mitarbeiter in der ersten Studie mehr Fehler mit der Gamification-Komponente als ohne (obwohl dabei keine statistische Signifikanz gab). Der neue Gamification-Ansatz sollte dieses berücksichtigen, sodass die Mitarbeiter sich an ihrer Arbeit dabei besser konzentrieren konnten und nicht so viele Fehler machten.

Um die Idee für einen neuen besseren Gamification-Ansatz zu entwickeln, wurden die nächsten Anforderungen erstellt. Die Struktur und Grundlagen des Ansatzes sollten diesen folgen:

Anforderung 1: Belohnung bei der Gamification

Die Punkten aus den Balken bei dem ersten Gamification-Ansatz waren nicht genug auffallend für die Mitarbeiter, die sich nur manchmal an der Kreisbewegung wandten. Diese Punkte standen als Belohnungen des Gamification-Ansatzes und wurden kaum von ihnen wahrgenommen.

Bei der Gamification (siehe Einleitung, Gamification und Hintergrund, Gamification in anderen Bereichen) ist die Belohnung einer der wichtigsten, wenn nicht der bedeutendste Aspekt. Bei industriellen Arbeitsprozessen ist die Motivation auch sehr wichtig. Die Mitarbeiter sollen diesen Aspekt wahrnehmen und mit diesem eingearbeitet sein. Gerade bei geistig beeinträchtigten Menschen ist es motivierend, dass sie eine schöne Belohnung erhalten und dass sie ein positives Feedback bei der

7. Pyramide-Ansatz

Gamification bekommen. Die Teilnehmer in der ersten Studie waren der Meinung, dass positives Feedback wichtig für ihnen ist, und das diese ihre Arbeitsleistung erhöht. Daher sollte die Belohnung des neuen Gamification-Ansatzes mehr visuell und leicht zu Wahrnehmung wirken.

Anforderung 2: Größere „Strafe“ bei einem Fehler

Bei der Durchführung eines Fehlers während der Montagearbeit verkleinert sich der Kreis mit dem ersten Gamification-Ansatz und färbt sich schnell rot (siehe erste Implementierung). Außerdem kriegt der Mitarbeiter keine Punkte und deshalb färben sich die Punkte-Balken nicht weiter.

Ähnlich wie bei der Belohnung, ist diese „Strafe“ für die Mitarbeiter nicht genug auffallend. Für ihnen ist der Punkte-Verlust nicht bedeutend und können dieser fast nicht bemerken. Die leistungsgeminderte Arbeiter brauchen eine strengere Aktion, immer wenn sie einen Fehler bei der Montage machen. Auf diese Weise werden sie sich besser an ihrer Arbeit konzentrieren und werden aufpassen, dass die Gamification-Elemente sie nicht straft. Es wäre gut, dass man diese Strafe mit dem Verlust der Belohnung in Zusammenhang bringen könnte.

Anforderung 3: Klarer wechselhafte Implementierung bei verschiedenen Arbeitsprozessen

Bei dem ersten Gamification-Ansatz ist der Kreis und Punkte-Balken immer an der selben Position. Die Punkte-Balken färben sich zwar im Laufe der Zeit (wenn kein Fehler dabei ist), aber der Verhaltensmechanismus des Kreises bleibt immer gleich: Sich verkleinern und die Farbe wechseln. Die Nummer des Würfel beim Kreis ist das Einzige, das vom Arbeitsprozess abhängt (wird in 1 in einem bis 5 erhöht).

Die Teilnehmer kanten auf diese weise zwar den aktuellen Arbeitsprozess, aber hatten im Allgemeinen keine exakte Vorstellung der fehlenden Arbeitsprozesse. Um die Anzahl verbleibender Montagevorgänge zu kennen, müssten sie sich immer an der Anzahl von Prozessen erinnern („meine Montage geht bis fünf“). Wenn diese Information mit der Gamification klarer angezeigt wird, kann dieser hilfreich für den Mitarbeiter sein. Auf diese Weise kann er seine Leistung folgen und so, motivierter werden. Die Gamification-Komponenten sollten nicht nur je nach Arbeitsprozess anders aussehen, sondern auf den fehlenden Arbeitsprozessen weisen. Außerdem resultiert so die Gamification nicht repetitiv.

Anforderung 4: Gesamtleistung für bereits fertige Montagen

Wie bei der letzten beschriebenen Anforderung ist es hilfreich für den Mitarbeiter seine aktuelle Leistung im Verlauf der Arbeit betrachten zu können. Nicht nur bei der aktuellen Montage, sondern auch bei der gesamten Anzahl von Montagen, die der Mitarbeiter (oder Geschäftsleiter) bei einer Arbeitsrunde vorhat.

Nochmal hier kann der Mitarbeiter motivierter werden, indem er z.B ihre übrigen Montagen betrachtet oder sich noch am Ende anstrengt. In der Arbeitsumgebung sollen leistungsgeminderte Mitarbeiter keine feste Anzahl von Montagen oder Arbeit machen. Trotzdem könnten sie auf diese Weise zumindest wissen (und Geschäftsleiter auch), wie viele Arbeitsgänge sie an jedem Tag durchgeführt haben.

Neben Anzahl von Arbeitsgängen (Montagen) könnte die Information der gesamten Arbeitsleistung auch die Qualität von Diesen anzeigen. D.h. wie viele Fehler oder wie viel Zeit die Mitarbeiter bei jeder Montage gebraucht haben. Diese Information vor allem ist sehr wertvoll für Geschäftsleitern,

die immer eine Verringerung von Fehlern bei der Produktion anstreben. So könnten sie auch eine bessere Kontrolle der täglichen Produktion und Mitarbeiterleistung haben.

Anforderung 5: Tonfeedbacks

Die Tonfeedbacks sind akustische Elemente, die auch die Motivation der Mitarbeiter erhöhen können. Diese passen total mit der visuellen Projektion zusammen und können Teil des Gamification-Ansatzes sein. Da aber am Arbeitsplatz in der industriellen Umgebung oft sehr viele Geräusche gibt, sollen diese Tonfeedbacks nicht sehr wichtig und wesentlich für den Gamification-Ansatz sein, sondern nur die Gamification-Komponenten unterstützen. Sonst könnten die Arbeiter diese mit anderen Klängen vermischen und sich ablenken.

Nur kurze Tonfeedbacks sind sinnvoll. Wenn ein Mitarbeiter eine Montage besser als normalerweise durchführt, oder z.B. wenn er ihre Leistung stark erhöht. Vor allem bei leistungsgeminderten Menschen macht es sinnvoll, dass diese Tonfeedbacks meistens nur positiv sind. Also erst erscheinen, wenn der Arbeiter Etwas sehr gut getan hat. Die negativen sollen erst erscheinen, wenn die Leistung eines Mitarbeiters außerordentlich schlecht ist. Sonst können Menschen stark demotiviert werden, also im Gegenteil was man mit der Gamification erreichen möchte.

Anforderung 6: Personifizierung

Eine andere Idee, die der Motivation der Mitarbeiter dienen kann, ist ein personalisiertes System, das sich an ihnen passt. Alle Mitarbeiter sind nicht gleich und vor allem nicht alle leistungsgeminderten Menschen haben die gleichen Behinderungen und sollten deshalb nicht gleich behandelt werden. Auf dieser Weise können auch die Mitarbeiter mit einem personalisiertem System denken, es handelt sich nur um ein eigenes Spiel, statt um ihre (repetitive) tägliche Arbeit.

Eine Möglichkeit wäre z.B., ein eigenes Foto (für jeden Mitarbeiter) an dem Gamification-Ansatz zu implementieren, sodass sie sich an der Projektion während der Arbeit sehen könnten.

7.2. Gamification-Komponente

Eine neue Gamification-Komponente mit dem gleichen Fundament als die erste (für die Arbeitsprozesse einer Montagearbeit) sollte erschaffen werden. Diese sollte einen kreativen neuen Gamification-Ansatz und die vorher geschriebenen neuen Anforderungen folgen.

Im Hinblick auf diese sollten die Belohnung und „Strafe“ der Gamification-Komponente nicht als Punkte repräsentiert werden, sondern als einen gewonnenen oder nicht gewonnenen Pokal. Dieser wird schnell vor allem von leistungsgeminderten Menschen verstanden und kann sie besser motivieren.

Dafür besteht die Gamification-Komponente aus verschiedenen rechteckigen Blöcken, die zusammen eine große quadratische Pyramide formen, mit einem Pokal auf der Spitze und eine Menschenfigur. Diese soll bis zum Gipfel klettern, um den Pokal zu bekommen. Die Anzahl von Pyramide-Schritten repräsentiert die Menge von Arbeitsprozessen bei der Montage, sodass bei jedem, die Position der Menschenfigur abwechselt. Die Menschenfigur besteht aus einem blauen Körper mit einer fortschreitenden Form und einen Kreis (als Kopf), der mit dem Foto des Mitarbeiters gefärbt ist. So wird ein personalisiertes System erschaffen.

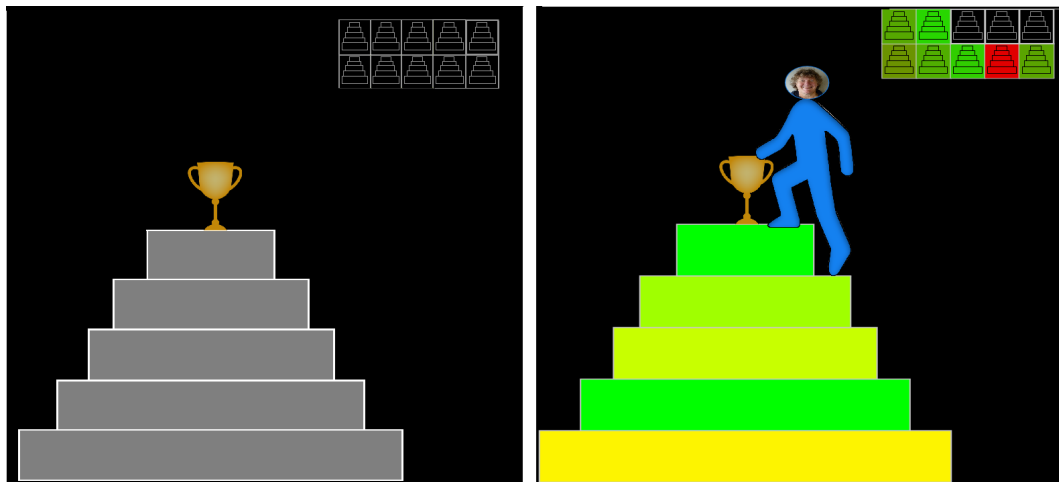


Abbildung 7.1.: Pyramiden-Gamification-Komponente, 2 Fälle:

Links: Anfangssituation der Gamification-Komponente

Rechts: Bei dem letzten (fünften) Montagearbeitsprozess von einer siebten (fehlerfreien) Montage.

Oberhalb rechts der großen Pyramide gibt es eine aktuelle Gesamtleistungsübersicht für aufstehende und bereits getätigte Montagen. Diese Übersicht wird als kleines (quadratisches) Kästchen mit einer sehr kleinen durchsichtigen Pyramide innen beschaffen, sodass jede kleine Pyramide eine noch fehlenden Montageschritt repräsentiert.

7.3. Gamification-Ansatz

Die Stufen der Pyramide sind graugefärbte Blöcke, die die für eine Montage benötigten Arbeitsprozesse repräsentieren. Der Mitarbeiter wird durch die Menschenfigur repräsentiert. Er soll die Pyramide bis zum Gipfel klettern, um den Pokal zu bekommen (die Montage fehlerfrei zu schaffen).

Beim Anfang jedes Prozesses färbt sich die entsprechende Stufe grün und die kleine Figur klettert diese hoch (Jede Stufe stellt ein Arbeitsprozess dar). Mit der Laufe der Zeit wird das Grün nach und nach zu Gelb und dann zu Rot. Wenn der Mitarbeiter mit dem Arbeitsprozess fertig ist, bleibt die entsprechende Stufe mit der aktuellen Farbe, sodass eine grünliche Farbe eine schnelle Zeit, eine gelbliche eine normale Zeit und eine rötliche Farbe eine langsame Zeit darstellt. Auf diese Weise wird der Fortschritt des aktuellen Arbeitsschrittes über die Lokalisation der blauen Menschenfigur visualisiert. Dabei kann der Benutzer so auch die Anzahl von fehlenden und durchgeführten Arbeitsprozessen sehen.

Wie bei der ersten Gamification-Implementierung hängt der Ablauf dieser Färbung von der normalen Arbeitsgeschwindigkeit des Mitarbeiters ab. Es wird deshalb noch für jeden Mitarbeiter eine Vorstudie durchgeführt, indem sie drei ganzen Montagen (je drei Scheren) durchführen. Die durchschnittliche Zeit von jedem Arbeitsprozess wird dann in der Studie mit der Gamification-Komponente angepasst.

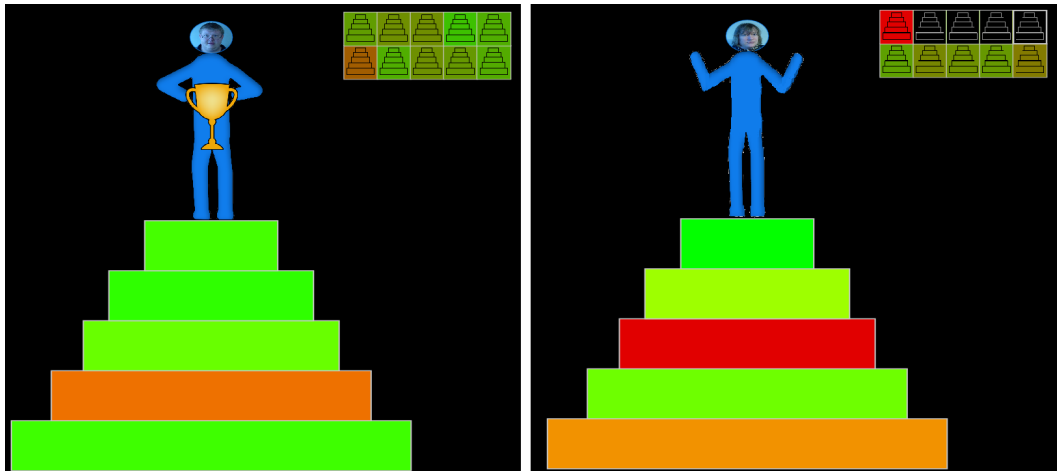


Abbildung 7.2.: Pyramiden-Gamification-Komponente, 2 Fälle:

Links: Nach der 10ten Montage steht die Menschfigur mit dem gewonnenen Pokal, alle Montage ohne Fehler durchgeführt.

Rechts: Nach der Durchführung mit einem Fehler der siebten Montage, Figur bekommt keinen Pokal.

Wenn der Arbeiter einen Fehler bei einem Arbeitsprozess der Montage macht, färbt sich die entsprechende Stufe schnell rot und die kleine Figur bekommt am Ende (der ganzen Montage) keinen Pokal, also keine Belohnung. Damit der Mitarbeiter nicht ganz demotiviert wird, erfährt er den Verlust des Pokals erst am Ende der Montage. Nach der Durchführung einer, erscheint nochmal die anfängliche Pyramide, sodass am Anfang einer neuen Montage die Stufen nochmal grau werden, die Menschenfigur verschwindet und der Pokal erneut erscheint.

Eine Anforderung für die zweite Implementierung war die Sicht der Gesamtleistung der Arbeiter. Hierbei wird bei der Gesamtleistungsübersicht auch der Durchführung einer ganzen Montage das entsprechende Kästchen -mit der kleinen durchsichtigen Pyramide- gefärbt. Die Farbe ist aus den Farben aller Stufen in der Pyramide zusammengesetzt: Sie ist der farbliche Durchschnitt von diesen. So bekommt der Mitarbeiter auch mit der Gamification eine Qualitätsübersicht nach jeder Montage: grünlich positiv, gelblich normal und rötlich negativ. Die Position der Kästchen können bei dem Programmierer je nach dem definiert werden. Sie können nebeneinander, untereinander oder beides bei der Projektion auftauchen.

Eine andere neue Anforderung für den zweiten Gamification-Ansatz war die Anpassung von Tonfeedbacks bei der Montage. Wie in den vorherigen Abteilungen erläutert, wollte man die Mitarbeiter mit guten Leistungen (akustisch) belohnen, eher dann sie nach einer schlechten Leistung demotivieren. Nach einer fertigen Montage wurde ihre durchschnittliche Zeit (aus der Vorstudie) mit der Dauer verglichen und in einigen Fällen wurden die Tonfeedbacks aktiviert:

zM: Durchschnittliche Zeit, die ein Mitarbeiter eine ganze Montage braucht.

zX: Dauer von jeder fertigen Montage.

7. Pyramide-Ansatz

Wenn:

$z_M * 0.9 \geq z_X$ und kein begangenen Fehler: Das Tonfeedback „Ausgezeichnet! Diese Montage war exzellent!“ wurde aktiviert.

$z_M * 0.9 < z_X$ und $z_M > z_X$ und kein begangenen Fehler: Das Tonfeedback „Prima! Diese Montage lief sehr gut“ wurde aktiviert.

$z_M * 1.3 \leq z_X$ und $z_M * 1.5 > z_X$: Das Tonfeedback „Die Montage war langsam...“ wurde aktiviert.

$z_M * 1.5 \leq z_X$: Das Tonfeedback „Die Montage war leider sehr langsam...“ wurde aktiviert.

Auf diese Weise wurden die Mitarbeiter schon akustisch belohnt, wenn sie schon besser als normalerweise waren, sogar nur ein Bisschen. Sie hörten nur ein negativen Tonfeedback, wenn sie signifikant langsamer als normalerweise waren, wenn sie fast eineinhalb langsamer waren.

7.4. Programm

Im Gegensatz zur ersten Gamification-Implementierung sollte die Zweite von Anfang an erschafft und programmiert werden. Die Teile, aus der die Gamification-Komponente besteht, sollten im motion-EAP-System implementiert werden.

Der Pyramide-Gamification-Ansatz kann für alle manuellen Arbeiten mit verschieden Anzahl von Arbeitsprozessen angepasst werden. Dafür wurde die neue CSharp-Komponente („StepPyramid“) erschafft. Diese wurde mit der selben Struktur von den anderen geometrischen Komponenten des motionEAP-Systems programmiert, wobei ein grau-gefärbter Rechteck mit einer spezifischen angegebenen Größe und (Projektions-)Position erschafft werden kann. Außerdem kann der Farbverlauf (von grün zu gelb und dann zu rot) mit einer spezifischen Geschwindigkeit gesteuert werden. Die charakteristischste Eigenschaft ist jedoch, dass, nachdem ein erster Rechteck als Pyramidenbasis erschaffen wird, hängen die Position, Breite und Länge der folgenden Rechtecks von den Vorherigen ab. Auf diese Weise kann die Pyramide mit einer quadratischen Form und beliebigen verschiedenen Stufen dargestellt werden.

Für die Leistungsübersicht des Gamification-Ansatzes wurde auch eine andere Csharp-Komponente („OverallPyramid“) programmiert. Diese erschafft Rechtecke mit einer grauen transparenten Pyramiden drinnen. Damit die Leistungsübersicht genau rechts oben und nicht weit weg der großen Pyramide projiziert wird, hängt die Position des ersten Rechtecks von der Gipfelposition (letzten Stufe) der Pyramide ab. Die nächsten (erschaffenen) Kästchen haben dann immer die selbe Größe und können entweder nebeneinander oder aufeinander erschafft werden, sodass die Struktur der Gesamtleistung je nach Bedarf verändert werden kann. Da die Kästchen bei der Gamification nach jeder fertigen Montage gefärbt werden sollen, ist eine Transparenz der Pyramidenabbildung erforderlich. Dafür wurde die Abbildung mit Dieser als .png-Datei editiert.

Die Abbildung des Pokals sowie die Abbildungen vom blauen Körper der Menschenfigur beim Bewegen (beim Klettern der Pyramide), beim Gewinnen (mit dem Pokal in den Armen) und beim Verlieren (mit den Armen hoch) waren mit Photoshop editiert und als .png-Datei gespeichert. Das wichtigste dabei war den Hintergrund bei Allen transparent zu machen, damit in der Projektion die Elemente gut deutlich sichtbar auftauchten. Alle wurden mit der Abbildungskomponente des EAP-motion System gesteuert. Der Kopf der Menschenfigur wurde aus einen Kreis erschaffen, der mit

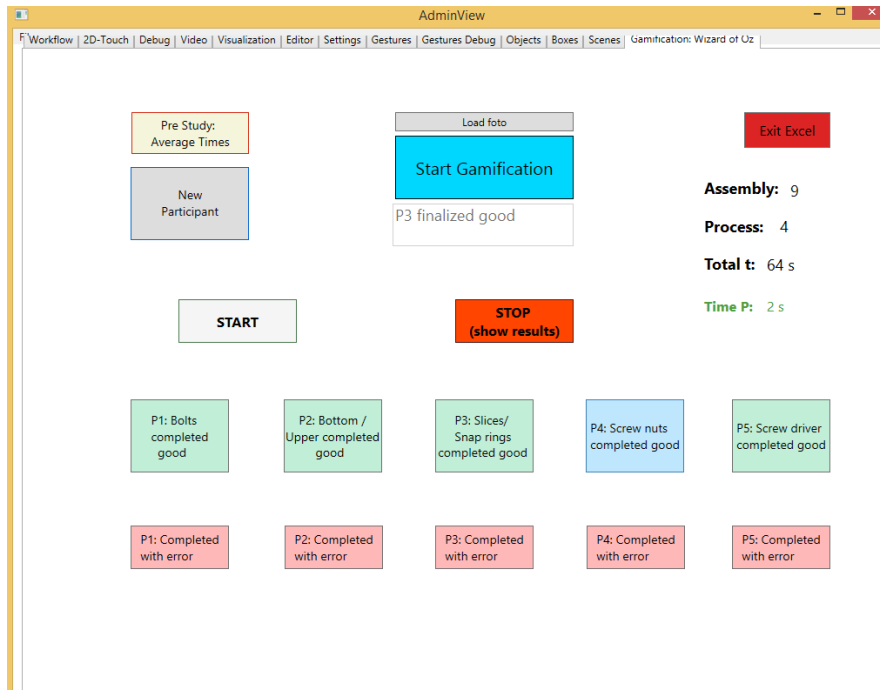


Abbildung 7.3.: Benutzeroberfläche des modifiziertes Wizard-of-Oz-Programm für die zweite Implementierung

einer Abbildung (Foto) gefärbt wurde. Am Ende jedes Arbeitsprozesses wurde diese dann zusammen mit dem blauen Körper gleichmäßig verschoben.

Wie bei der ersten Implementierung war das System MotionEAP noch nicht bereit, die ganzen Montageprozesse und die begangenen Fehler zu erkennen, deshalb wurde die zweite Implementierung auch für eine Wizard-of-Oz Studie angepasst. Dafür wurde das für die erste Studie benutzte Wizard-of-Oz-Programm editiert und erweitert. Dieses speicherte noch die bedeutende Information jedes Teilnehmers in einer separaten Excel-Datei mit den Dauern und den begangenen Fehlern bei der Studie.

Die farblichen Schaltflächen wurden jedoch besser lokalisiert, sodass eine klare graphische Darstellung geschaffen wurde (siehe Abbildung 7.2). Neben der aktuellen Dauer für jede ganze Montage („Time t“), wurde auch die aktuelle Dauer (auch in Sekunden) jedes Arbeitsprozesses („Time P“), sowie die Anzahl von Montage („Assembly“) und Arbeitsprozess („Process“) an der rechten Seite der Benutzeroberfläche angezeigt. Auf diese Weise hatte man eine bessere Kontrolle und Übersicht bei der Durchführung der Studie.

Da bei dem Gamification-Ansatz das Foto jedes Mitarbeiters erscheinen sollte, wurde eine neue Schaltfläche zur Auswahl dieses erschaffen. Dabei fordert das Programm, bevor man die Gamification (Projektion) aktivieren kann, das Wählen einer Abbildung aus dem spezifischen Ordner „Participant Images“ (Teilnehmerabbildungen).

7. Pyramide-Ansatz

Die akustische Dateien für die Tonfeedbacks wurden aus der motion-EAP gemeinsamen Mappe des Instituts geholt, da diese für andere Projekten in der Vergangenheit benutzt wurden. Trotzdem waren diese sehr schnell, sodass um ein besseres Verstand der Mitarbeiter zu schaffen, wurden die Geschwindigkeit der Dateien auf 80% verlangsamt.

8. Studie mit dem Pyramide-Ansatz

Bei der zweiten Studie sollte der zweite Gamification-Ansatz in die Praxis umgesetzt werden. Wie schon in den vorherigen Kapiteln erläutert, sollte die Studie in der selben Umgebung wie die erste durchgeführt werden, sodass beiden Implementierungen und Ergebnisse am Ende besser verglichen werden können. Dafür sollte die zweite Studie mit den gleichen Arbeitern und dem gleichen Produkt umgesetzt und ausgewertet werden. Auch sollten die Teilnehmer bei der Studie die selbe Anzahl von Wiederholungen durchführen, um ihre Dauer und Fehlerrate, aber vor allem, um ihre Motivation bei der Arbeit zu analysieren.

Erste Schritte und Vorbereitung

Da die erste Studie bei der GWW gut lief und die Teilnehmer dabei eine gute Zeit verbrachten, gab es keine Schwierigkeiten für die Vorbereitung der zweiten. Ganz im Gegenteil, der Ansprechpartner der GWW war gespannt auf die Ergebnisse mit dem zweiten Gamification-Ansatz. In einem kurzen Termin wurden die erforderlichen Anforderungen für die Durchführung der Studie besprochen und in zwei Wochen wurde das Ganze vorbereitet.



Abbildung 8.1.: Umbau des Arbeitsplatzes für die zweite Studie

8. Studie mit dem Pyramide-Ansatz

Die bestmögliche Situation war, dass alle Teilnehmer von der ersten Studie auch bei der zweiten teilnehmen könnten, allerdings sollte die Anzahl von Teilnehmern größer sein -mindestens 14 Teilnehmer-, sodass die dabei erhaltende Ergebnisse nicht zufällig resultierten. Je mehr Mitarbeiter an der Studie teilnehmen, desto zuverlässiger sind die Ergebnisse.

Eine wichtige Anforderung (siehe zweite Implementierung, neue Anforderungen) für die Durchführung der zweiten Studie war der Umbau des Arbeitsplatzes, sodass die Arbeiter die Projektion der Gamification vor (statt an der rechten Seite) ihren Arbeitsplatzes beobachten können. Auf diese Weise würde die Gamification-Komponente für sie auffallender wirken und die Teilnehmer könnten besser auf diese während ihrer Arbeit aufpassen. Dieser Umbau wurde dank der GWW-Mitarbeiter in wenigen Tagen durchgeführt und für die Studie vorbereitet (siehe Abbildung 8.1). Dafür wurden die kleinen blauen Kisten vom Montagearbeitsplatz gegen andere kleinere schwarze ausgetauscht. Außerdem wurden die Abbildungen zur Hinweisse der Montage herausgelassen, sodass es genügend Platz für das neue weiße Brett gab. Die Beseitigung der Hinweisabbildungen wurde auch durchgeführt, da der Ansprechpartner bei der GWW meinte, diese seien für die Mitarbeiter bei der Scherenmontage nicht auffallend genug, deskriptiv und daher für die Montage nicht hilfreich, sodass man für die Studie auf sie verzichten konnte.

Eine Woche vor der zweiten Studie wurden auch alle zukünftige und mögliche Teilnehmer fotografiert, um ihre Fotos dann bei der Studie an dem Gamification-Ansatz anpassen zu können. Nur ein Teilnehmer wollte kein Foto, die anderen blickten hingegen erwartungsvoll auf die Studie.

Beschreibung

Das Design dieser Studie handelte sich auch um eine „Repeated measures“-Design. Die Beschreibung der zweiten Studie ist fast die gleiche wie bei der ersten (siehe erste Studie, Beschreibung). Dabei unterscheiden sie sich nur von der Gamification-Komponente, der Projektionslokalisierung von dieser und von der Aktivierung von Tonfeedbacks.

Die Gamification-Komponente bei dieser Studie verwendet eine einfache Pyramidendarstellung, um die Arbeiter während der Montage zu unterstützen. Der Fortschritt des aktuellen Arbeitsschritts wird hierbei über die Lokalisierung einer blauen Menschenfigur mit dem Foto von dem Teilnehmer auf der Pyramide visualisiert. Während des Arbeitsprozesses wechselt die Farbe der Stufe, auf der die Menschenfigur steht, von grün zu rot und die benötigten und fertiggestellten Montagen werden an der oberen rechten Seite der Pyramide als Gesamtleistungsübersicht visualisiert (siehe zweite Implementierung, Gamification-Komponente und Gamification-Ansatz). Die Gamification-Komponente wird bei dieser Studie vor dem Montagearbeitsplatz auf einen großen weißen Brett projiziert (statt an der rechten Seite).

Damit die Mitarbeiter eine höhere Motivation bekommen, werden diese bei der Durchführung mancher Montagen auch einen Tonfeedback je nach ihrer Leistung hören. Diese Töne kommen aus dem Computer, der einige Meter von dem Montagearbeitsplatz entfernt ist. Dort kontrolliert der Experimentator je nach der Bewegungen der Mitarbeitern bei der Scherenmontagen das Wizard-of-Oz-Programm (siehe erste Studie, Beschreibung).



Abbildung 8.2.: Links: Sicht des Experimentators bei der zweiten Studie mit der Benutzeroberfläche des Wizard-Of-Oz-Programms und die Aufnahme der Kamera auf dem Bildschirm. Rechts: Die anfängliche Projektion vom Gamification-Ansatz: Graue quadratische Pyramide mit dem Pokal als Belohnung

8.1. Studienablauf

Fragebogen

Bei der zweiten Studie sollten die Teilnehmer auch einen Fragebogen zur Erhebung der körperlichen, geistigen und emotionalen Befindlichkeit vor und nach der Studie ausfüllen. Diese waren auch wie bei der ersten Studie der SUS-Struktur beruhend und unterschieden sich nur in einigen Punkten (siehe erste Studie, Studienablauf, Fragebogen) [Bro96].

Der wichtigste Unterschied war die Vereinfachung Teil des Textes und der Visualisierung für einen besseren Verstand von den leistungsgeminderten Arbeitern. Bei der ersten Studie verstanden die meisten Teilnehmer die Fragebogen alleine nicht und deshalb wurden diese vereinfacht: Einige Texte wurden zusammengefasst. Die Tabellen und der Beurteilungsmaßstab wurden visueller mit kleinen „Smilies“ und mit einer hellen blauen Farbe dargestellt. Dabei bedeuteten die Zahlen „1“ bis „5“ „Nein“ bis „Ja“, anstatt „trifft nicht zu“ und „trifft voll zu“ (siehe Anhang, zweiter Fragebogen).

Mit der Erfahrung der ersten Studie wurde festgestellt, dass einige Fragen zur allgemeinen Einschätzung des Vorfragebogens nicht genug bedeutend und ähnlich zueinander waren, und deshalb wurden sie aus den neuen Fragebogen herausgelassen. Auf diese Weise wollte man auch die Dauer der Studie für jeden Teilnehmer abkürzen, vor allem die Teile, die für die Endergebnisse bedeutungslos waren.

Die Abteilungen über den emotionalen Zustand vor und nach der Studie wurden nicht verändert, damit die Ergebnisse mit den bei der ersten Studie verglichen werden könnten. Offensichtlich wurde auch die letzte Abteilung über die Beurteilung der Gamification verändert. Dabei wollte man nicht nur wissen, (wie bei der ersten Studie mit dem Kreisspiel) ob der Pyramideansatz die Teilnehmer fröhlicher und motivierter gemacht hatte, sondern ob sie u.a. ihr Foto bei der Projektion gemocht hatten, oder ob es zu viele Farben bei der großen Pyramide und Gesamtleistungsübersicht gab.

8. Studie mit dem Pyramide-Ansatz

Zum Schluss wurden auch bei dem Fragebogen die Teilnehmer befragt, ob sie den ersten Gamification-Ansatz (Kreisdarstellung) oder den zweiten lieber hatten, und ob sie die Projektion besser an der rechten Seite oder vor dem Arbeitsplatz fanden. Diese zwei Aspekte waren die bedeutendste Unterschiede zwischen beiden Studien und man wollte deshalb, die Meinung der Arbeiter kennenlernen. Nur die Hälfte der Teilnehmer bei der zweiten Studie nahmen auch an der ersten teil. Deshalb wurde der anderen Hälfte die erste Implementierung gut und ausführlich erklärt und gezeigt.

Man hat schon einen Unterschied zwischen der Ausfüllung von den Fragebogen bei beiden Studien betrachtet. Dank der Vereinfachung des Fragebogens (leichter Text, „Smilies“) haben die Teilnehmer bei der zweiten Studie alles besser und schneller verstanden und die Fragen entsprechend beantwortet. Jedoch wurden die Probanden (wie bei der ersten) dabei immer vom Experimentator unterstützt.

Studie

Bei der letzten Studie nahmen nur zehn Arbeiter teil, deshalb sollte dieses Aspekt noch für die zweite Studie verbessert werden. Die Ansprechpartner der GWW unterstützten bei der Vorbereitung viel, sodass es am Ende genügend Teilnehmer zur Verfügung gab, nämlich vierzehn. Viele konnten die Montagearbeit, obwohl diese nicht Teil ihrer täglichen Tätigkeiten ist. Sie kamen trotzdem für die Studie extra vorbei und nahmen an der Studie teil. Die andere Teilnehmer arbeiteten schon an der Blechscherenmontage, obwohl einige dabei viel mehr Erfahrung als andere hatten. Sieben von den 14 Teilnehmer nahmen auch an der ersten Studie teil. Alle Teilnehmer waren geistig oder physisch leistungsgemindert.

Vor der Studie war die Stimmung von den Mitarbeitern sehr positiv und alle waren sehr begeistert. Da sie die Woche zuvor für die Studie fotografiert wurden, wollten sie endlich wissen, wie das Spiel der Gamification aussah. Andere hatten die Projektion bei anderen vorherigen Teilnehmer gesehen und waren sehr aufgeregt, die Studie durchzuführen.

Wie bei der ersten Studie führte die Hälfte der Teilnehmer zuerst die zehn Montagen mit dem Gamification-Ansatz und danach ohne (ihre habituelle Standardarbeit) durch, während die andere Hälfte es umgekehrt durchführte. Wie bei der ersten Studie wollte man auf diese Weise vermeiden, dass die Dauer bzw. Fehleranzahl z.B. nicht an der Erschöpfung wegen den Wiederholungen oder Langeweile der Teilnehmer lag. Jeder Teilnehmer führte vor der Studie drei Blechscherenmontagen durch, um ihre Durchschnittsgeschwindigkeit zu messen, um diese dann an den Gamification-Prozessen anzupassen.

Nach der Durchführung der Vorstudie (drei Montagen zur Anpassung der Gamification-Geschwindigkeit) und nach der Ausfüllung des Vorfragebogens wurde den Teilnehmern der Gamification-Pyramide-Ansatz ausführlich erklärt. Es wurde vor allem Acht gegeben, dass bei einem Fehler bei der Montage sie keinen Pokal mehr bekommen würden und die Farbe an der Gesamtleistungsübersicht sich rot färben würde.

Bei zahlreichen Montagen während der Studie hat man wahrgenommen, dass es viele Materialfehler bei der oberen Bestandteil der Blechscheren gab. Die Ansprechpartner der GWW meinten, der Lieferant hatte derzeit viel defektes Material gesendet und dieses wurde leider nicht erkannt. Diese obere Bestandteile haben ein Loch, durch das die Schraube bei der Blechscherenmontage passen soll (siehe erste Implementierung, Montagearbeit und Arbeitsprozesse). In vielen Fällen war dieses Loch zu klein oder zu breit, sodass die Mitarbeiter meistens sehr viel Zeit (mehr als normalerweise) bei einer normalen Montage (egal mit der Gamification-Komponente oder ohne) brauchten. Dieses

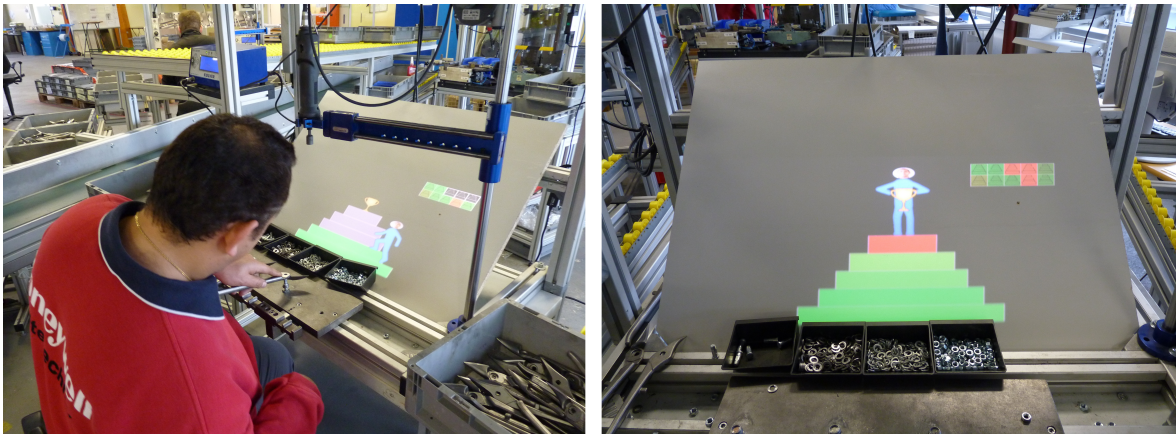


Abbildung 8.3.: Links: Ein Mitarbeiter bei der zweiten Studie mit der Gamification-Komponente. Rechts: Die Projektion der Gamification-Komponente nach der zehnten (und letzten Montage)

wurde bei der Studie (dank der Erfahrung mit dem ersten) bemerkt und die Mitarbeiter sagten es auch. Bei der Studie konnten leider die Fehler wegen defektem Material nicht von den Benutzerfehler unterschieden werden und deshalb könnten die daraus resultierenden Ergebnisse leicht verfälscht sein.

8.2. Ergebnisse

Nach der Durchführung der Studie wurden die Ergebnisse betrachtet und analysiert. Die 14 Probanden arbeiteten während der Studie in ihrer regulären Arbeitsumgebung an den regulären Produkten (Blechscheren), wobei ihre Dauer und Fehleranzahl bei den zwanzig Montagen (zehn Mal mit und zehn Mal ohne Gamification) gemessen wurde (repeated measures Design). Diese Information wurde mithilfe des Wizard-of-Oz-Programms in Excel-Dateien (eine für jeden Proband) aufgezeichnet (siehe zweite Implementierung, Programm). Um eine allgemeine Aussicht der Auswirkungen zu bekommen, wurde die Information von allen Mitarbeitern zusammengesetzt. Im Hinblick auf die Produktionsdauer war am Anfang die Hypothese, dass die Gamification das Engagement steigern und damit vielleicht die Produktionszeit wie bei der ersten Studie reduziert wurde. Jedoch galt es auch die Hypothese zu prüfen, dass die Mitarbeiter dabei weniger Fehler begehen würden, da sie sich dank des Pokal-Ansatzes der Gamification besser konzentrieren würden.

Bei der Analyse der Ergebnisse waren am bedeutendst die Produktionsdauer und die Fehleranzahl bei den zehn ausgeführten Montagen. Somit werden die Messzeit und Qualität der Produkten betrachtet, was im wesentlichen die Leistungsmessung in Produktionsumgebungen bedeutet (siehe folgende Tabelle). Da bei der Blechscherenmontage auf der selben Zeit drei Scheren aufgebaut werden, zählt als begangener Fehler, wenn mindestens eine Schere schlecht aufgebaut wurde. Deshalb liegen dieser Studie Fehleranzahl statt Fehlerrate zu Grunde.

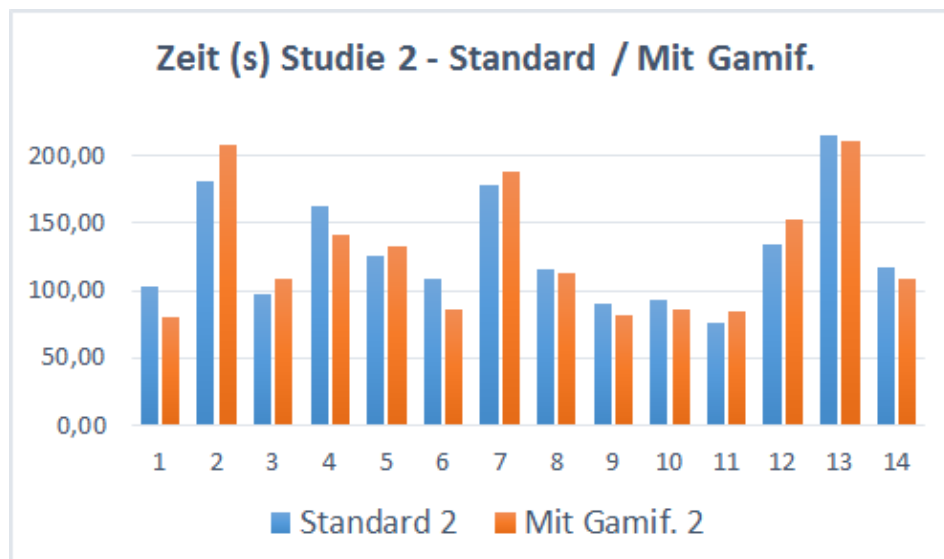


Abbildung 8.4.: Durchschnittsproduktionsdauern von jedem Teilnehmer (14 insgesamt) ohne (Standard) und mit Gamification bei der zweiten Studie (in Sekunden)

Die Daten aus den Produktionsdauer bzw. Fehleranzahl der Teilnehmer wurden in einem (Zweistichproben)T-Test getestet.

	Standard	mit Gamification
Dauer	$\bar{x} = 128.44 \text{ s}$ SA = 41.0 s	$\bar{x} = 127.26 \text{ s}$ SA = 46.9 s
Fehleranzahl	$\bar{x} = 1.29$ SA = 1.2	$\bar{x} = 1$ SA = 0.9

Auswirkungen auf die Produktionsdauer

Die durchschnittlichen Produktionszeiten mit und ohne Gamification-Komponente von jedem Mitarbeiter werden in der Abbildung 8.5 graphisch dargestellt und verglichen. Alle Werte sind in Sekunden (s) angegeben und werden mit den entsprechenden Standardabweichungen (SA) angezeigt. Es gibt keinen bedeutenden Unterschied zwischen den beiden, einige Mitarbeiter waren schneller mit der Gamification-Komponente und andere ohne. Die Zeiten bei beiden Modalitäten sind trotzdem sehr lang, jedoch ist der Mittelwert bei der Gamification ein bisschen kleiner: [Standard: 128.44s, SA: 41s] [mit Gamif.: 127.26s, 46.9s].

Im Durchschnitt gibt es tatsächlich fast keinen Unterschied bei den Produktionszeiten der Teilnehmer, die nur ein kleines bisschen schneller mit der Gamification-Komponente waren, nämlich ein 0.92%. Die Standardabweichung wurde jedoch ein 12,6% erhöht. Es gibt eine hohe Varianz und die Hypothese, dass sie mit der Gamification-Komponente schneller waren, kann auf keinen Fall bestätigt werden ($p > 0.38$).

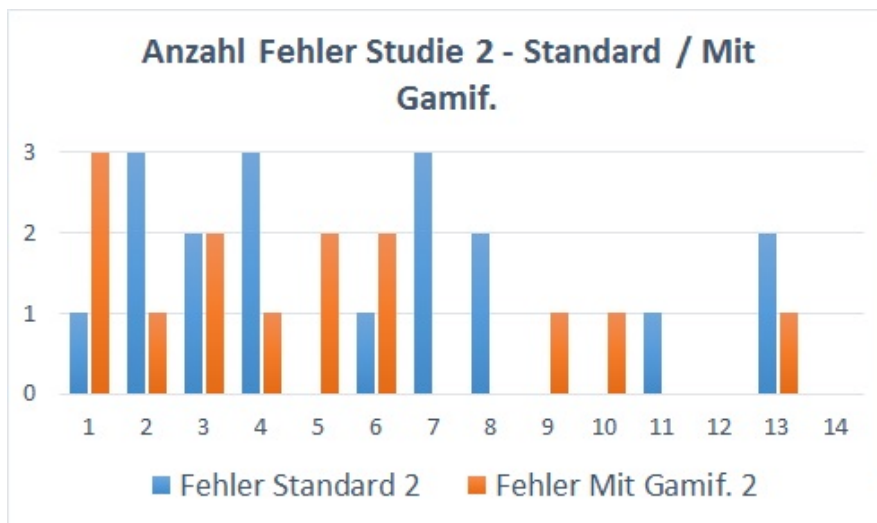


Abbildung 8.5.: Durchschnittliche Fehleranzahl der Mitarbeiter bei der zweiten Studie

Auswirkungen auf die Fehleranzahl

Die Fehleranzahl von den 14 Mitarbeitern wird in der Abbildungen 8.6. angezeigt. Die Werte sind hierbei auch mit den entsprechenden Standardabweichungen angezeigt. Man kann in der Graphik sehen, dass es keinen bedeutenden Unterschied gibt. Wie bei den Produktionsdauern haben einige Teilnehmer mehr Fehler bei ihrer Standardarbeit begangen, während bei Anderen genau andersherum war: [Standard: 1.29 Fehler, SA: 1.2] [mit Gamif.: 1 Fehler, SA:0.9 Fehler] (Mittelwerte und Standardabweichungen). Jedoch begangen im Durchschnitt die Teilnehmer mit der Gamification-Komponente weniger Fehler, die Fehleranzahl reduzierte sich in einem 22.5% und die Standardabweichung in einem 25%. Die Hypothese, dass sie weniger Fehler mit der Gamification-Komponente machten, ist nicht signifikant genug, sodass diese nicht angenommen werden kann ($p > 0.4$).

Aufnahme der Teilnehmer

Neben der Leistungsmessung der Mitarbeiter war wichtig die Aufnahme der Teilnehmer zu betrachten: wie sie sich an der Studie körperlich und geistig fühlten, aber vor allem, ob sie den Gamification-Pyramiden-Ansatz mochten.

Alle Werte von den ausgefüllten Fragebogen (siehe Anhang [2.]) wurden zusammengesetzt und in einer Excel-Datei ausgewertet. Im Allgemeinen hatten die Mitarbeiter eine gute Zeit bei der Studie und hatten sehr viel bei dem Gamification-Ansatz. Vor allem das Foto bei der Projektion stieß bei 12 von 14 Mitarbeitern auf hohe Zuneigung. Außerdem wurde im Fragebogen erfasst, ob es bei der Projektion zu viele Farben gab. Nur ein Teilnehmer von 14 bestätigte dies, während die anderen der Farbgebung zustimmten. Alle andere Werte und Aspekte des Fragebogens können im nächsten Kapitel betrachtet werden. Dabei werden diese mit dem Fragebogen von der ersten Studie verglichen und am Ende ausgewertet.

8.3. Vergleich der beiden Studien

Allgemeine Einschätzung und emotionaler Zustand bei den Studien

Bei den Fragebogen von der zweiten Studie wurden einige Fragen von der Ersten weggelassen. Jedoch blieben die bedeutendsten, sodass ein Vergleich zwischen den beiden Ergebnissen möglich ist. Bei beiden Studien wurden die Werte von den Fragebogen graphisch dargestellt und verglichen. In der Abbildung 8.6 kann man die allgemeine Einschätzung von allen Teilnehmern und ihr emotionaler Zustand vor und nach der Studie betrachten. Da an beiden Studien verschiedene Anzahlen von Mitarbeitern teilnahmen (10 und 14) ist der Maßstab im Prozent dargestellt. Die Werte „trifft nicht zu“ (Wert 1) bis „trifft voll zu“ (Wert 5) von der ersten Studie werden mit den Werten „Nein“ (Wert 1) und „Ja“ (Wert 5) der zweiten Studie verglichen und aufeinander dargestellt, wobei die grünere Farbe eine positive Antwort auf jeder Frage und die rötlichen eine negative Antwort bedeuten. Auf diese Weise werden schnell die Unterschiede zwischen den Antworten der Teilnehmer erkannt.

Bei keiner Frage gibt es einen signifikanten Unterschied, im Grunde sind die Antworten der Mitarbeiter sehr ähnlich zueinander. Die Teilnehmer beider Studien mögen ihrer Arbeit bei der Scherenmontage und finden diese nicht langweilig, jedoch würden sie gerne mehr Spaß beim Arbeiten haben. Die Anerkennung ihrer Arbeit ist ihnen wichtig; sie gehen an neuen Aufgaben positiv heran und geben im Allgemeinen nicht schnell auf. Es gibt allerdings ein kleiner Unterschied zwischen den Antworten beider Studien, nämlich, dass bei der zweiten Studie das negative Feedback ihnen mehr demotivierte. Trotzdem weniger als ein 40% der Teilnehmer bei der zweiten Studie fühlte das.

Bei den emotionaler Zustände gab fast keine Unterschiede, nur minimal. Die beiden Studien liefen gut, da die Mitarbeiter sich vor und nach der Studie motiviert, gut und nie traurig, gereizt oder frustriert fühlten.

Beurteilung des Gamification-Ansatzes

Das wichtigste Teil des Fragebogens bei beiden Studien war die Beurteilung des Gamification-Ansatzes. Im Gegensatz zu den anderen Teilen gibt es hierbei schon bei einigen Fragen wichtige Unterschiede, jedoch statistisch nicht signifikant. Den Teilnehmern bei der zweiten Studie gefiel es das Pyramidenspiel mehr (zweiten Gamification-Ansatz) als das Kreisspiel (ersten Gamification-Ansatz) den Teilnehmern bei der ersten Studie. Trotzdem gab es bei beiden Studien niemanden, der den Gamification-Ansatz (egal welcher) nicht mochte. Der Pyramideansatz machte den Teilnehmern der zweiten Studie fröhlicher (85%) als den Teilnehmern bei der ersten der Kreisansatz (50%) (siehe Abbildung 8.7).

Aber der bemerkenswerte und interessanteste Unterschied ist zweifellos die Motivation bei den Gamification-Ansätzen von beiden Studien. Während bei der ersten Studie 60% der Mitarbeiter der Meinung war, dass die Gamification-Komponente (Kreisspiel) sie nicht zusätzlich motivierte, waren im Gegenteil ein 85% der Teilnehmer bei der zweiten Studie der umgekehrten Meinung. Außerdem gab es bei der zweiten keine negativen Antwort, d.h. niemand dachte, dass die Gamification unbrauchbar war (den Anderen -15%- war es egal).

Die Teilnehmer der zweiten Studie wurden auch über die beiden Gamification-Ansätze und Projektionslokalisierung bei beiden Studien befragt. Die Hälfte der Mitarbeitern hatten an beiden Studien teilgenommen, sodass sie keine extra Erklärung brauchten. Der anderen Hälfte wurde den „Kreisspiel“ sowie die dabei Projektionslokalisierung genau und ausführlich erklärt. In den Ringdiagramme (Abbildung 8.7) wird das Ergebnis deren Antworten dargestellt. Die meisten Teilnehmer (86%) bevorzugten

8.3. Vergleich der beiden Studien



Abbildung 8.6.: Graphische Darstellung der Werte bei den Fragebogen bei der ersten (oberer Balken) und zweiten Studie (unterer Balken):
 Oben: Allgemeine Einschätzung, Unten: Emotionaler Zustand vor und nach der Studie

8. Studie mit dem Pyramide-Ansatz



Abbildung 8.7.: Oben: Graphische Darstellung der Fragebögen bei der ersten (oberer Balken) und zweiten Studie (unterer Balken):
Unten: Ringdiagramme zur Bevorzugung bei der zweiten Studie

den Pyramidenansatz und niemanden gefiel das Kreisspiel mehr. Die Anzeige der Projektion bei dem Arbeitsplatz vorne (zweite Studie) statt rechts (erste Studie) wurde von 78,5% der Mitarbeiter (gegen 7,1%) gewählt.

Produktionsdauer und Fehleranzahl

Neben der Meinung von den Teilnehmern ist es sinnvoll ihre Leistung bei beiden Studien zu vergleichen: Ihre Produktionsdauer sowie die Fehleranzahl bei den zehn durchgeführten Montagen. Um nach diesen Aspekten die zwei Gamification-Ansätze richtig vergleichen zu können, sollten die beiden Studien unter selben Umständen durchgeführt sein. Dafür wurden nur die Werte der sieben Mitarbeiter betrachtet, die an beiden Studien teilnahmen.

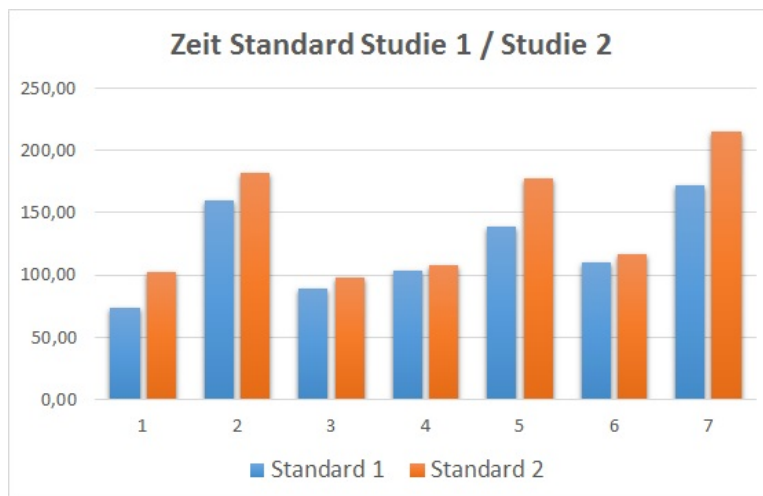


Abbildung 8.8.: Durchschnittliche Produktionsdauer der Standardarbeit bei beiden Studien

Da es bei der zweiten Studie sehr viele Materialfehler gab, lag die Hypothese nahe, dass die Produktionsdauer der Mitarbeiter dabei länger war und sie mehr Fehler begangen. Selbst bei ihrer Standardarbeit weisen die Ergebnisse auf einen signifikanten Unterschied bei den Produktionsdauern. Die entsprechende durchschnittliche Dauern werden in der Abbildung 8.8 graphisch dargestellt. Man kann deutlich den Unterschied zwischen beiden betrachten: [Standard 1: 120.77s, SA: 36.5s] [Standard 2: 142.7s, SA: 47.6s].

Wie erwartet wird die Durchschnittszeit pro Produktionssequenz bei der zweiten Studie deutlich erhöht, mit 15.4%. Die Standardabweichung wird außerdem in 23.3% erhöht. Die Varianzen bei beiden sind jedoch sehr hoch. Mit einem Alpha-Fehler von 0.10 als annehmbar, werden die Ergebnisse statistisch gesichert. Die Hypothese, dass die Standardarbeit bei der zweiten Studie höher war, empfängt eine relative kräftige Unterstützung ($p < 0.012$, signifikant).

Nicht nur bei den Produktionsdauern erkennt man einen Unterschied zwischen beiden Studien. Auch bei der durchschnittlichen Fehleranzahl, wobei die Mitarbeiter bei der zweiten Studie mehr Fehler begangen (siehe Abbildung 8.9). Dabei gibt es keinen statistisch gesicherten Unterschied, jedoch ist er ganz deutlich: [Standard 1: 1.14, SA: 3] [Standard 2: 2, SA: 0.8]. Die Varianzen sind sehr groß und die Hypothese, dass bei der zweiten Studie mehr Fehler gibt, behält keine Unterstützung ($p > 0.45$).

Mit diesen Unterschieden bei den Ergebnissen der Standardarbeiten kann man festhalten, dass beide Studien unter verschiedenen Umständen durchgeführt wurden. Aus diesem Grund ist es nicht sinnvoll die Produktionsdauern und Fehleranzahl von den sieben Mitarbeitern zwischen den Gamification-Komponenten zu vergleichen. Jedoch ist es bedeutend, dass, während bei der ersten Studie sie mit der Gamification-Komponente schneller waren und mehr Fehler begangen, bei der Zweiten waren sie gleich schnell, aber machten weniger Fehler mit der Gamification-Komponente (siehe Tabelle 8.1.).

8. Studie mit dem Pyramide-Ansatz

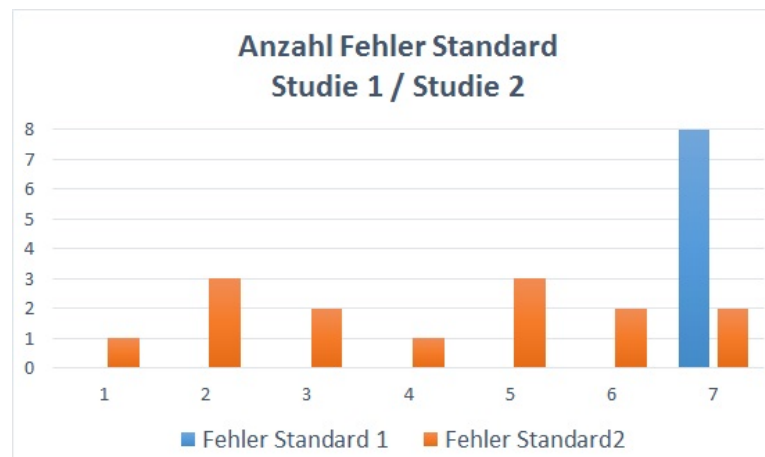


Abbildung 8.9.: Durchschnittliche Fehleranzahl von den 7 Mitarbeitern bei beiden Studien

	Standard 1	mit Gamification 1	Standard 2	mit Gamification 2
Dauer	$\bar{x} = 120.76$ s SA = 36.5 s	$\bar{x} = 116.68$ s SA = 32.1 s	$\bar{x} = 142.7$ s SA = 47.6 s	$\bar{x} = 142.2$ s SA = 57.9 s
Fehleranzahl	$\bar{x} = 1.1$ SA = 3	$\bar{x} = 1.9$ SA = 2.5	$\bar{x} = 2$ SA = 0.8	$\bar{x} = 1.3$ SA = 1.1

Tabelle 8.1.: Mittelwerte und Standardabweichungen der Dauer und Fehleranzahl von den sieben Mitarbeitern, die an beiden Studien teilnahmen.

8.4. Diskussion

Die Ergebnisse bei der allgemeinen Einschätzung (vom Fragebogen) bei beiden Studien weisen den Wunsch der Mitarbeiter auf, mehr Spaß bei der Arbeiten zu entwickeln. Obwohl die leistungsgeminderte Mitarbeiter im Allgemeinen eine positivere Stimmung bei der Arbeit haben und sie ihre Arbeit an der Scherenmontage nicht als langweilig empfinden, zeigen sie besonderes Interesse an Spiele und unterhaltsamen Situationen bei der Arbeit. Außerdem ist die Mehrheit der Teilnehmer, dass die Anerkennung ihrer Arbeit wichtig ist. In diesem Aspekt ist das positive Feedback bei ihren Tätigkeiten für sie viel wichtiger und relevanter als das negative. All diese Vorlieben weisen daraufhin, dass die Anwendung eines Assistenzsystems mit einem (oder mehrere) Gamification-Ansatz bei den Montagearbeiten eine sehr hohe Akzeptanz der Mitarbeiter finden wurde. Die Eigenschaften zusammen mit den Möglichkeiten, die ein solches System bringen kann, könnte die Arbeitsstimmung der leistungsgeminderten Arbeiter mithilfe einer höheren Motivation weiter gesteigert werden.

Andererseits sollte der Gamification-Ansatz eines solchen Systems motivierend (und sinnvoll) genug sein. Bei den beiden Studien gibt es einen großen Unterschied zwischen den Ansätzen. Diesen erkennt man nicht nur durch die Ergebnisse der Analysen, sondern auch durch die Reaktionen der Mitarbeiter und ihre Motivation gegenüber der Durchführung der Studie mit der Gamification-

Komponente. Die Vorliebe (von fast allen) Mitarbeitern bei dem Pyramide-Pokal-Ansatz und ihre Antwort auf der bewirkten Motivation von diesem weisen auf einen ziemlich großen Erfolg der zweiten Gamification-Idee über die erste, hin. Das heißt nicht, dass der (Gamification-)Kreis-Punkte-Balken-Ansatz ungenügend war. Dieser war für den Mitarbeiter zwar einfach verständlich, aber ausreichend motivationsstiftend.

Die Eigenschaft der Farbänderung im Laufe der Zeit der Kreisdarstellung passt jedoch sehr gut für alle Gamification-Implementierungen, die eine Besserung der Produktionsleistung von den Mitarbeitern anstreben. So wird es auch bei den Ergebnissen bei der ersten Studie angezeigt, wobei es eine Signifikanz zwischen den Produktionsdauern mit und ohne Gamification-Komponente gibt. Die Idee dahinter wurde auch deshalb übernommen, da die Mitarbeiter somit bei der Arbeit schneller sein wollten. Aber, wie man bei den Ergebnissen der ersten Studie und aus dem „Stand der Technik“ betrachten kann, führt manchmal diese Mühe zu Durchführung mehrerer Fehler. Genau auch deshalb wurde die erste Studie durchgeführt, um daraus Ideen für einen besseren Gamification-Ansatz zu erschaffen. Dank der neuen Anforderungen nach der ersten Studie wurde ein praktischer, einfacher und motivierender Ansatz erstellt, die das Interesse der Mitarbeiter erweckte. Dabei soll die Belohnung und indirekt auch dabei die „Strafe“ (wenn ein Fehler begangen wird) bei der Gamification eine große Bedeutung für die Mitarbeiter haben. Dieser ist ein sehr wichtiger Aspekt für die Gamification (siehe Einleitung und Hintergrund, Gamification in anderen Bereichen).

Die Punkten bei der ersten Implementierung schaffen die Aufmerksamkeit von den Mitarbeitern nicht. Leistungsgeminderte Arbeiter brauchen Etwas visueller und motivierender. Die Motivation beispielsweise beim sich selbst am Klettern der Pyramide (mit dem Foto) zu sehen, um einen (graphischen) Preis (den Pokal) zu bekommen, motivierte die leistungsgeminderte Arbeiter viel und stimmte ihnen viel fröhlicher. Wie schon bei der Beschreibung erläutert wird, waren die Mitarbeiter bei der Durchführung der zweiten Studie konzentrierter. Der Willen, den Pokal und dabei keine rote Kästchen bei der Projektion zu bekommen, wirkte auf sie positiv. Sogar wenn sich andere Mitarbeiter in der Nähe der Teilnehmer befanden (und gesprochen haben), waren sie nicht abgelehnt, wovon normalerweise in solchen Arbeitsumgebungen bei leistungsgeminderten Mitarbeitern auszugehen ist. Außerdem feierten sie die Tatsache, dass sie das Spiel (die Montagen) fehlerfrei durchgeführt hatten.

Das Wichtigste an den beiden Gamification-Ansätzen sind die Elemente, die am Arbeitsplatz während der Montagearbeit projiziert werden. Um diese Elemente gut während der Arbeit zu erkennen und ihnen zu folgen, soll die projizierte Fläche auf einen geeigneten Element unter einer guten Position am Montagearbeitsplatz projiziert werden. Dabei soll aber der Mitarbeiter nicht von seiner Tätigkeiten abgelenkt werden. Bei der ersten Studie wurde die Projektion rechts ausgerichtet, während vor dem Arbeitsplatz projiziert wurde. Bei der ersten Studie schenkten die Mitarbeiter diesen Ansatz selten Aufmerksamkeit und wendeten sich kaum auf der Projektion zu. Bei der zweiten war die Position der Gamification-Elemente genau richtig, da die Arbeiter dabei eine gute Sicht zu Projektion aber gleichzeitig genügend Platz für ihre Tätigkeiten hatten.

Die Tonfeedbacks bei der zweiten Studie wurden häufig nicht aktiviert, jedoch kann man festhalten, dass die Mitarbeiter diese nicht großartig wahrgenommen haben. Sie fanden es angenehm positives Feedback zu erhalten, allerdings genügte hierbei die visuelle Darstellung und die Reaktion der Projektion. Es ist deshalb nicht nötig, bei einem Gamification-Assistenzsystem akustische Feedbacks zu implementieren. Bei einer industriellen Umgebung gibt es normalerweise eine hohe Anzahl von

8. Studie mit dem Pyramide-Ansatz

Störgeräusches (z.B. von Maschinen), wodurch Tonfeedbacks keinen wichtigen Gamification-Ansatzes darstellen.

9. Fazit

Die Forschungen über das Potenzial der Assistenz bei Gamification in Produktionsumgebungen haben erst seit kurzem angefangen. Bei den bisherigen Forschungen von Gamification in der industriellen Arbeitsumgebung wurde festgestellt, dass ohne qualitätsbezogene Maßnahmen ein Geschwindigkeits-Genauigkeits-„Trade-Off“¹ entstanden wird, wobei die Produktionsgeschwindigkeit erhöht wird, während die Fehleranzahl tendenziell steigt. Jedoch waren dabei die entsprechenden Gamification-Ansätze zu komplex für leistungsgeminderte Mitarbeiter. Dabei freuten sich die meisten nicht auf „das Spiel“ bei der Arbeit und fanden es nicht motivierend.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, einen neuen Gamification-Ansatz zu entwickeln, der die Motivation von den Mitarbeitern bei der manuellen Montagearbeit steigern würde. Dafür wurde zuerst ein existierend simplerer Ansatz in einer Studie getestet. Dabei wollte man mithilfe der Ergebnisse und der Teilnehmerakzeptanz die anfänglich allgemeinen Anforderungen beschränken und verbessern. Mit der neuen Anforderungen wurde dann einen neuen Gamification-Ansatz erschaffen, der ebenfalls in einer anderen Studie in der selben Umgebung und mit dem selben Produkt (wie bei der ersten) getestet wurde. Auf diese Weise konnten die beiden Ansätze sowie die dabei erhaltenden Ergebnissen verglichen werden. Das Gesamtziel war jedoch, die möglichen Auswirkungen und Potenzial von Gamification für leistungsgeminderte Arbeiter im realen Leben einzuschätzen und zu besprechen.

Zu diesem Zweck wurde der zweite endgültige Gamification-Ansatz visueller und reizvoller für den Benutzer gestaltet. Beim ersten handelte es sich um ein Kreisspiel mit Punkte-Balken, wobei sich der Kreis im Laufe der (Produktions-)Zeit verkleinert und seine Farbe von grün über gelb zu rot ändert. Die Geschwindigkeit dieses Farbverlaufes hängt allerdings von der durchschnittlichen Zeit des Benutzers für jeden Arbeitsprozess ab. Dabei färben sich die Punkte-Balken bei jedem fertigen Arbeitsprozess der Montage entsprechend den Produktionszeiten, nachdem der Kreis sich zu ihnen bewegt hat. Bei einem Fehler färbt sich der Kreis schnell rot und wird plötzlich klein. Dabei bekommt der Arbeiter allerdings keine Punkte mehr (Punkte-Balken färben sich nicht weiter).

Im Gegensatz dazu handelte es sich beim zweiten Ansatz um eine Pyramide mit einer quadratischen Form, deren Stufen die für eine ganze Montage benötigte Arbeitsprozesse repräsentieren. Der Arbeiter wird hierbei bei den fehlerfreien Montagen -statt mit Punkten- mit einem Pokal belohnt, der auf dem Gipfel (der Pyramide) steht. Bei den projizierten Gamification-Elementen wird der Benutzer als eine Menschenfigur dargestellt, die jede Stufe bei jedem fertigen Arbeitsprozess klettert. Dabei wird eine Personifizierung bei dem Ansatz geschaffen, indem der Kopf der projizierten Figur mit dem Gesichtsfoto des Arbeiters (von Anfang an) ausgefüllt ist. Allerdings wird das Farbverlauf-Konzept des Kreis-Ansatzes für diesen übernommen: Die ganze Pyramide ist am Anfang grau gefärbt und jede

¹(englisch trade-off „tauschen“) bzw. Austauschbeziehung beschreibt im Allgemeinen eine gegenläufige Abhängigkeit: Wird das eine besser, wird zugleich das andere schlechte [Til90]

9. Fazit

Stufe wird entsprechend dem aktuellen Arbeitsprozess bei der Montage sofort grün, sodass im Laufe der Zeit diese gelb und dann rot gefärbt wird.

Ein weiterer bedeutender Unterschied zwischen beiden Ansätzen ist die Visualisierung einer Gesamtleistungsübersicht. Bei dem Kreis-Ansatz wurde diese nicht dargestellt, während bei dem zweiten diese oberhalb rechts der Pyramide mittels kleiner Kästchen angezeigt wurde. Innerhalb jedes Kästchen gibt es eine reduzierte transparente Pyramide. Wenn eine ganze Montage fertig durchgeführt wird, färbt sich ein Kästchen (und die kleine Pyramide drinnen) mit der durchschnittlichen Farbe aus den Farben aller Stufen der großen Pyramide. Auf diese Weise werden die ausstehende und bereits getätigte Montagen dargestellt. Bei einem Fehler bei der Montage bekommt der Benutzer nicht nur keinen Pokal, sondern wird auch das entsprechende Kästchen mit einem intensiven Rot gefärbt. Die Benutzer bekommen bei dem Pyramide-Ansatz auf diese Weise eine Gesamtleistungsübersicht mit der Anzahl von durchgeführten Montagen und deren Qualität. Je grüner der Kästchen-Bereich ist, desto besser war die Leistung des Benutzers.

Was die Bevorzugung von den Ansätzen betrifft, so konnte anhand beider Studien gezeigt werden, dass die Mitarbeiter den Pyramiden-Ansatz erheblich bevorzugten. Bei der Anerkennung der beiden Gamification-Ansätze war das entscheidendste die Motivation, die diese an den Mitarbeitern bewirkt hatte. Während der Kreis-Ansatz den Mitarbeitern nicht zusätzlich motivierte, waren die Teilnehmer bei der Studie mit dem Pyramide-Ansatz sehr motiviert. Man kann anhand dieses Befundes darauf schließen, dass diese Bevorzugung vor allem mit den motivierenden Eigenschaften des Ansatz zusammenhängt. Gerade bei leistungsgeminderten Menschen soll berücksichtigt werden, dass die motivierenden Elemente definitiv auffallend und interessant wirken. Die Erreichen der Punkte bei dem Kreis-Ansatz wirkte auf die Mitarbeiter nicht genug motivierend, da diese für sie belanglos waren. Die Punkte können z.B. als Ziffern oder -in diesem Fall- als Balken dargestellt werden, jedoch sind diese für den Mitarbeiter fiktiv und bedeutungslos. Im Gegensatz dazu ist Erreichen eines Pokals für sie nicht nur visueller sondern auch signifikanter.

Bei dem Pyramide-Ansatz wurde eine Personifizierung des Systems (mit dem eigenen Foto) geschaffen. Diese wirkte sich auf die Mitarbeiter sehr positiv aus, sodass ihre Aufmerksamkeit bzw. Konzentration bei der Arbeit erhöht wurde. Dank der Personifizierung bei der Gamification können sich die Arbeiter einzigartig fühlen, da bei jedem Benutzer die Projektion anders aussieht.

Außerdem verursacht die Leistungsübersicht sowie die Stufen-Form der Pyramide, dass die Arbeiter mithilfe der Gamification ihren aktuellen Stand bei der Montage -und die gesamte Montagedurchgänge- visuell erkennen können. Die Motivation wird auf diese Weise auch hierdurch erhöht, da dabei die Mitarbeiter entweder ihre gute Leistung verfolgen können, oder bei schlechter Leistung, sich für die nächsten Prozesse verbessern.

Andererseits wurden bei beiden Studien viele Unterschiede bei den Produktionsdauern und der Fehleranzahl der Teilnehmer verzeichnet. Während bei der Studie mit dem Kreis-Ansatz die Hypothese des Geschwindigkeit-Genauigkeit-„Trade-Off“ (Produktionsdauer nimmt ab, Fehleranzahl nimmt zu) von vorherigen Forschungen sich wiederholte (jedoch nicht statistisch gesichert), wurde die Fehleranzahl bei der Studie mit dem Pyramide-Ansatz verringert. Dennoch wurde die Produktionsgeschwindigkeit dabei nicht signifikant erhöht, sondern blieb beinahe gleich.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Frage, ob bei der Gamification in der industriellen Umgebung die Produktionsgeschwindigkeit sowie die Fehlerrate gleichzeitig erhöht werden, differenziert

beantwortet werden muss. Dabei spielt der Gamification-Ansatz eine entscheidende Rolle. Einerseits kann dieser Nachdruck auf die Zunahme der Produktionsgeschwindigkeit (kleinere Dauern) legen. Andererseits kann der Gamification-Ansatz sich auf die Verminderung von Fehlern konzentrieren. Somit ist es sinnvoll in der Produktionsumgebung - v.a. mit leistungsgeminderten Mitarbeitern- eine Mischung von beiden Möglichkeiten zu benutzen. Der Schwerpunkt jedoch bei der Assistenz mittels Gamification soll die Verringerung von Fehlern sein. Auf diese Weise soll die Motivation für eine höhere Produktionsgeschwindigkeit im Hintergrund stehen. Bei dem Pyramide-Ansatz beispielsweise sind die Mitarbeiter motiviert, den Pokal bekommen zu können. Deshalb konzentrieren sie sich auf einen korrekten Vorgang bei der Montage. Dies ist ihre Hauptmotivation, mehr als nur schnell bei der Arbeit zu sein.

9.1. Ausblick

Bei beiden Studien konnten nicht viele Arbeiter wegen Kenntnisdefizit der Montagearbeit oder Verfügbarkeit teilnehmen. Außerdem konnten dabei nicht alle Ergebnisse statistisch gesichert werden. Es wäre deshalb sinnvoll, weitere Studien mit mehr Teilnehmern bei verschiedenen Montagearbeitsplätzen durchzuführen, um eine gefestigte Aussage über die Auswirkungen von dem Gamification-Pyramide-Ansatz treffen zu können. Der nächste Schritt wäre (bei einer Langzeitstudie) zu prüfen, ob diese positiven Effekte sich durchsetzen oder im Arbeitsalltag nicht untergehen würden.

Der Ansatz könnte auch leicht verbessert werden: Die verbleibende Gesamtleistungsübersicht könnte nach jeder Arbeit in einer Benutzer-persönlichen Mappe gespeichert werden. Auf diese Weise würde die Gesamtleistungsübersicht bei der Gamification nicht nur nützlich für die Benutzer sein, sondern auch für die Unternehmer, die Information über alle Benutzerleistungen während der Arbeitszeit haben könnten und so, eine genauere Kontrolle über die Produktion.

Das in dieser Arbeit betrachtete Assistenzsystem ist noch ein Pioniersystem. Ihm mangeln es an zwei wichtigen technischen Aspekten. Die Bewegungs- und vor allem die Objekterkennung von kleineren Teilen der Montageprodukten müssen optimiert werden. Dies kann durch die Kombination mehrerer Sensoren (z.B. Kinect und Leap Motion) erreicht werden.

Das System erkennt dennoch keine Emotionen bei den Benutzern. Dabei könnten die Verhaltensänderungen der Arbeiter eindeutig dargestellt werden, sodass die Interventionen bei der Gamification verbessert werden. Auf diese Weise könnte die Gamification-Komponente je nach Emotionen gesteuert werden. Eine außerordentlich schlechte Leistung bei der Produktionsdauer der Montage eines Mitarbeiters könnte beispielsweise wegen Langeweile aber auch wegen Erschöpfung verursacht sein. Allerdings kann diese Emotionserkennung neue ethische Fragen aufwerfen: Sollten die Emotionen der Menschen eine Rolle bei ihrer Arbeit haben? Und wenn ja, welche?

Insofern steht zu hoffen, dass in Zukunft die Gamification für eine Zunahme der Motivation leistungsgeminderten Menschen an ihren Arbeitsplätzen angepasst werden kann. Die Atmosphäre bei ihrer Arbeit würde sich auf diese Weise verbessern, was nicht nur für die Arbeiter wichtig wäre, sondern auch für das gesamte Unternehmen.

9.2. Danksagung

Mein größter Dank gilt Herrn Dr. Oliver Korn für seine Bereitschaft, die Diplomarbeit zu betreuen und zu unterstützen. An dieser Stelle möchte ich mich für seine unermüdliche Geduld bei den zahlreichen konstruktiven Gesprächen bedanken.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich den Mitarbeitern des MCI-Instituts, v.a. bei Herrn Dipl.-Inf. Markus Funk, Herrn Dipl.-Inf. Sven Mayer und Herrn Dipl.-Inf. Lars Lischke, die mich auch bei der Arbeit unterstützt haben.

Außerdem will mich auch wegen der tollen Unterstützung und Bereitschaft bei den Partnern zur Vorbereitung und Durchführung der Studie bedanken. Der Dank geht an die GWW, insbesondere an Herrn Raschhofer, der sich um die ganze Organisation der Probanden und der Bereitstellung der Lokalitäten innerhalb der GWW Holzgerlingen gekümmert hat. Auch an allen Arbeitern, die die Geduld gehabt hatten, alle Montagedurchgängen während der Studien zu wiederholen.

A. Anhang

(Siehe nächste Seiten)

Abbildung A.1.: Fragebogen der ersten Studie (Kreis-Ansatz): Erste Seite

Studie zu Gamification in Arbeitsprozessen

Proband - Nr:	
Alter:	
Geschlecht:	Datum:

Kreisen Sie für jedes nachfolgend genannte Element die Zahl rechts ein, die Ihrer Meinung nach am besten Ihre Meinung zum Ausdruck bringt.

Allgemeine Einschätzung	Skala				
	trifft nicht zu				trifft voll zu
1. Ich bin oft gut gelaunt	1	2	3	4	5
2. Ich gehe an neue Aufgaben positiv heran	1	2	3	4	5
3. Ich mag neue Herausforderungen	1	2	3	4	5
4. Positives Feedback ist mir wichtig	1	2	3	4	5
5. Ich bin schnell frustriert	1	2	3	4	5
6. Ich gebe schnell auf	1	2	3	4	5
7. Positives Feedback motiviert mich	1	2	3	4	5
8. Ich bin oft glücklich	1	2	3	4	5
9. Negatives Feedback demotiviert mich	1	2	3	4	5
10. Anerkennung meiner Arbeit steigert meine Leistung	1	2	3	4	5
11. Ich mag die Arbeit an der Scherenmontage	1	2	3	4	5
12. Ich finde die Scherenmontage langweilig	1	2	3	4	5
13. Ich spiele gerne in meiner Freizeit	1	2	3	4	5

Emotionaler Zustand vor der Studie	Skala				
	trifft nicht zu				trifft voll zu
14. Ich bin gerade gut gelaunt	1	2	3	4	5
15. Ich fühle mich gerade unsicher	1	2	3	4	5
16. Ich bin gerade müde	1	2	3	4	5
17. Ich bin gerade traurig	1	2	3	4	5
18. Ich bin gerade frustriert	1	2	3	4	5
19. Ich bin gerade gereizt	1	2	3	4	5
20. Ich bin gerade motiviert	1	2	3	4	5

Abbildung A.2.: Fragebogen der ersten Studie (Kreis-Ansatz): Zweite Seite

Studie zu Gamification in Arbeitsprozessen

Emotionaler Zustand nach der Studie	trifft nicht zu	Skala			trifft voll zu
		1	2	3	
21. Ich bin jetzt gut gelaunt	1	2	3	4	5
22. Ich fühle mich jetzt unsicher	1	2	3	4	5
23. Ich bin jetzt müde	1	2	3	4	5
24. Ich bin jetzt traurig	1	2	3	4	5
25. Ich bin jetzt frustriert	1	2	3	4	5
26. Ich bin jetzt gereizt	1	2	3	4	5
27. Ich fühle jetzt mich motiviert	1	2	3	4	5

Bitte beurteilen Sie hier den zweiten Durchgang und Ihre Empfindungen beim Einsatz von Gamification



Beurteilung Gamification nach der Studie	trifft nicht zu	Skala			trifft voll zu
		1	2	3	
28. Das Kreisspiel hat mir gefallen	1	2	3	4	5
29. Das Kreisspiel ist hilfreich bei der Arbeit	1	2	3	4	5
30. Das Kreisspiel störte mich bei der Arbeit	1	2	3	4	5
31. Das Kreisspiel motivierte mich, besser zu werden	1	2	3	4	5
32. Das Kreisspiel machte mich fröhlicher	1	2	3	4	5
33. Ich würde eine andere Form von Spiel bevorzugen:	1	2	3	4	5
34. a) Was würden Sie ändern? <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>					
b) Warum? <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>					

Abbildung A.3.: Fragebogen der ersten Studie (Kreis-Ansatz): Erste Seite

Studie zur Gamification von Arbeitsprozessen

Teilnehmer - Nr:	
Alter:	
Geschlecht:	Datum:

Welche Zahl passt ihrer Meinung nach am besten? Kreisen Sie bitte rechts.

Allgemeine Einschätzung	Nein 	Skala			Ja 
		1	2	3	
1. Ich bin oft gut gelaunt	1	2	3	4	5
2. Ich mag etwas Neues ausprobieren	1	2	3	4	5
3. Positives Feedback (Anerkennung meiner Arbeit) motiviert mich	1	2	3	4	5
4. Ich gebe schnell auf	1	2	3	4	5
5. Negatives Feedback demotiviert mich	1	2	3	4	5
6. Ich mag die Arbeit an der Scherenmontage	1	2	3	4	5
7. Ich finde die Scherenmontage langweilig	1	2	3	4	5
8. Ich würde gerne mehr Spaß beim arbeiten haben	1	2	3	4	5







Emotionaler Zustand vor der Studie	Nein 	Skala			Ja 
		1	2	3	
9. Ich bin gerade gut gelaunt	1	2	3	4	5
10. Ich fühle mich gerade unsicher	1	2	3	4	5
11. Ich bin gerade müde	1	2	3	4	5
12. Ich bin gerade traurig	1	2	3	4	5
13. Ich bin gerade frustriert	1	2	3	4	5
14. Ich bin gerade gereizt	1	2	3	4	5
15. Ich bin gerade motiviert	1	2	3	4	5

Abbildung A.4.: Fragebogen der ersten Studie (Kreis-Ansatz): Zweite Seite

Studie zur Gamification von Arbeitsprozessen

Emotionaler Zustand <u>nach der Studie</u>	Nein 	Skala			Ja 
		1	2	3	
16. Ich bin jetzt gut gelaunt	1	2	3	4	5
17. Ich fühle mich jetzt unsicher	1	2	3	4	5
18. Ich bin jetzt müde	1	2	3	4	5
19. Ich bin jetzt traurig	1	2	3	4	5
20. Ich bin jetzt frustriert	1	2	3	4	5
21. Ich bin jetzt gereizt	1	2	3	4	5
22. Ich fühle mich jetzt motiviert	1	2	3	4	5

Beurteilung Gamification <u>nach der Studie</u>	Nein 	Skala			Ja 
		1	2	3	
23. Die Pyramide mit dem Pokal hat mir gefallen	1	2	3	4	5
24. Das Foto bei der Projektion hat mir gefallen	1	2	3	4	5
25. Ich fand es gab zu viele Farben in der Pyramide	1	2	3	4	5
26. Die Pyramide störte mich bei der Arbeit	1	2	3	4	5
27. Die Pyramide motivierte mich, besser zu werden	1	2	3	4	5
28. Die Pyramide machte mich fröhlicher	1	2	3	4	5
29. Pyramide (P), Kreis (K) oder egal (E) bei der Projektion?					
30. Projektion besser vorne (v), rechts (r) oder egal (e) ?					

Literaturverzeichnis

- [Aic08] V. Aichele. Institut Mensch, Ethik und Wissenschaft: Das Innovationspotential der UN-Behindertenrechtskonvention,. 2008. (Zitiert auf den Seiten 12 und 28)
- [Ant13] M. Antonucci. Head Games. 2013. (Zitiert auf Seite 32)
- [Bee13] M. Beeres. Medizintechnischer Fortschritt: BVMed-Publikation Ässistenzsysteme für den Körper". *bvmed*, 2013. (Zitiert auf Seite 17)
- [BHK⁺10] C. Baumann, S. Hey, P. Kurzenberger, P. Rumm, H. Korb. Telemedizin in der Primärprävention–Entwicklung innovativer Lösungen zur Erhaltung der geistigen und körperlichen Fitness von Senioren im Förderprojekt Motivotion 60+. *Ambient Assisted Living-AAL*, 2010. (Zitiert auf Seite 32)
- [BMB12] BMBF. Zukunftsbild Industrie 4.0. Broschüre, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Bonn, 2012. (Zitiert auf den Seiten 19, 28, 29 und 38)
- [Bof14] S. Boffo. Assistenzsysteme mit Emotionserkennung. Prototypische Realisierung mit Betrachtung der ethischen Dimension, 2014. (Zitiert auf den Seiten 35 und 46)
- [Bro96] J. Brooke. SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189:194, 1996. (Zitiert auf den Seiten 59 und 77)
- [CH95] A. Cook, S. Hussey. *Assistive Technologies: Principles and Practice*. Mosby, 1995. (Zitiert auf Seite 17)
- [CMM⁺05] D. Charles, M. Mcneill, M. Mcalister, M. Black, A. Moore, K. Stringer, J. Kücklich, A. Kerr. Player-Centred Game Design: Player Modelling and Adaptive Digital Games. In *Digital Games Research Association 2005 Conference: Changing Views - Worlds in Play*. 2005. (Zitiert auf Seite 47)
- [DJA93] N. Dahlbäck, A. Jönsson, L. Ahrenberg. Wizard Of Oz Studies - Why And How. 1993. (Zitiert auf Seite 26)
- [DND11] K. R. Deterding, S., L. Nacke, D. Dixon. Gamification: Toward a Definition. In *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings*. Vancouver, BC, Canada, 2011. (Zitiert auf den Seiten 11 und 30)
- [FKS14] M. Funk, O. Korn, A. Schmidt. Assisitive Augmentation at the Manual Assembly Workplace using In-Situ Projection. In *CHI '14 Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2014. (Zitiert auf Seite 28)
- [Fog09] B. Fogg. A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology*, S. 40. ACM, 2009. (Zitiert auf Seite 29)

- [GSM11] K. Gerling, F. Schulte, M. Masuch. Designing and evaluating digital games for frail elderly persons. In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, S. 62. ACM, 2011. (Zitiert auf Seite 32)
- [Hei11] A. M. Heinecke. Mensch-Computer-Interaktion. *Springer*, 2:978–3642135064, 2011. (Zitiert auf den Seiten 22 und 23)
- [Hen07] A. Hendricks. N Convention on the Rights of Persons with Disabilities. *U Eur. J. Health L.*, 14:273, 2007. (Zitiert auf Seite 12)
- [Her09] M. Herczeg. Medieninformatik in Forschung, Lehre und Praxis. In *Mensch & Computer Workshopband*, S. 317–328. 2009. (Zitiert auf Seite 22)
- [Her14] M. Herger. *Enterprise Gamification - Engaging people by letting them have fun. Vol 01*. Heise, 2014. (Zitiert auf den Seiten 12 und 34)
- [KASH13] O. Korn, S. Abele, A. Schmidt, T. Hörz. Augmentierte Produktion. Assistenzsysteme mit Projektion und Gamification für leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Menschen. *Mensch & Computer 2013: Interaktive Vielfalt*, 2013. (Zitiert auf den Seiten 24, 30, 31, 38, 41 und 42)
- [Kau12] D. Kaupp. Auswirkungen von in-situ-Projektion auf manuelle Montagetätigkeiten. 2012. (Zitiert auf Seite 38)
- [KAW⁺09] S. K. Kane, D. Avrahami, J. O. Wobbrock, B. Harrison, A. D. Rea, M. Philipose, A. LaMarca. Bonfire: a nomadic system for hybrid laptop-tabletop interaction. In *Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology*, S. 129–138. ACM, 2009. (Zitiert auf Seite 37)
- [KB87] D. Karger, F. Bayha. *Engineered Work Measurement*. Industrial Press, Inc., 1987. (Zitiert auf Seite 21)
- [Kel] J. F. Kelley. “CAL – A Natural Language program developed with the OZ Paradigm: Implications for Supercomputing Systems”, First International Conference on Supercomputing Systems (St. Petersburg, Florida, 16–20 December 1985), New York, ACM, pp. 238–248. (Zitiert auf den Seiten 26 und 27)
- [KFS14] O. Korn, M. Funk, A. Schmidt. Assistive augmentation at the manual assembly workplace using in-situ projection. *Proceeding of the chi workshop on assistive augmentation*, 2014. (Zitiert auf den Seiten 38, 39 und 40)
- [Kor12] O. Korn. Industrial Playgrounds. How Gamification Helps to Enrich Work for Elderly or Impaired Persons in Production. In *Proceedings of the 4th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, S. 313–316. ACM, New York, NY, USA, 2012. doi:10.1145/2305484.2305539. (Zitiert auf Seite 41)
- [Kor14] O. Korn. Context-aware assistive systems for augmented work: a framework using gamification and projection. 2014. (Zitiert auf den Seiten 13, 17, 19, 20, 23, 24, 25, 42 und 47)

- [Kri14] C. Krieger. Evaluation von visuellem In-Situ Feedback mit Assistenzsystemen in der manuellen Montage mit leistungsgeminderten Arbeitern. 2014. (Zitiert auf Seite 38)
- [KS09] D. Kern, A. Schmidt. Design space for driver-based automotive user interfaces. In *Proceedings of the 1st International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. ACM, 2009. (Zitiert auf Seite 25)
- [KSH13] O. Korn, A. Schmidt, T. Hörz. The potentials of in-situ-projection for augmented workplaces in production: a study with impaired persons. In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, S. 979–984. ACM, 2013. (Zitiert auf den Seiten 13 und 39)
- [LB04] J. Letessier, F. Bérard. Visual tracking of bare fingers for interactive surfaces. In *Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology*, S. 119–122. ACM, 2004. (Zitiert auf Seite 37)
- [ltd00] *MTM-1 Analyst Manual*. UK MTMA Ltd, 2000. (Zitiert auf Seite 21)
- [Mar00] U. Marsch. *Zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Industrieforschung in Deutschland und Großbritannien*. Schönningh, Paderborn, 2000. (Zitiert auf Seite 18)
- [Mar14] A. Martin. 2D- und 3D-Gesten-Interaktion mit einem Assistenzsystem am Arbeitsplatz für leistungsgeminderte Arbeiter. 2014. (Zitiert auf Seite 28)
- [MLH⁺09] F. Makedon, Z. Le, H. Huang, E. Becker, D. I. Kosmopoulos. An event driven framework for assistive CPS environments. *SIGBED Review*, 6(2):3, 2009. (Zitiert auf Seite 25)
- [Mun11] C. I. Muntean. Raising engagement in e-learning through gamification. In *Proc. 6th International Conference on Virtual Learning ICVL*, S. 323–329. 2011. (Zitiert auf Seite 30)
- [M4] A. Medosch, S. Vatera, I. Zwerger. "Ästhetische Erziehung im Digitalzeitalter. 2014. (Zitiert auf Seite 31)
- [Nee12] B. K. Neeli. A Method to Engage Employees Using Gamification in BPO Industry. In *Services in Emerging Markets (ICSEM), 2012 Third International Conference on*, S. 142–146. IEEE, 2012. (Zitiert auf Seite 33)
- [Pin94] B. J. Pine. Maßgeschneiderte Massenfertigung : neue Dimensionen im Wettbewerb, 1994. (Zitiert auf Seite 12)
- [Pin01] C. Pinhanez. The Everywhere Displays Projector: A Device to Create Ubiquitous Graphical Interfaces. In G. Abowd, B. Brumitt, S. Shafer, Herausgeber, *Ubicomp 2001: Ubiquitous Computing*, Band 2201 von *Lecture Notes in Computer Science*, S. 315–331. Springer Berlin Heidelberg, 2001. doi:10.1007/3-540-45427-6_27. (Zitiert auf Seite 37)
- [Pin09] D. Pink. Über die überraschende Wissenschaft der Motivation. 2009. (Zitiert auf Seite 35)
- [PSS12] B. Pfleging, S. Schneegaß, A. Schmidt. Multimodal Interaction in the Car - Combining Speech and Gestures on the Steering Wheel. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*,. 2012. (Zitiert auf Seite 25)

- [Rea96] J. Reason. Intentions, errors and machines: A cognitive science perspective. Paper for the Conference on 'Aspects Consciousness and Awareness'. Bielefeld, W. Germany. 1996. (Zitiert auf Seite 23)
- [Roh78] B. Rohrmann. Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, Bd. 9, 1978. (Zitiert auf Seite 14)
- [SBO11] D. Spath, J. Bierkandt, F.-I. für Arbeitswirtschaft und Organisation. *Usability und human-machine interfaces in der Produktion: Studie Qualitätsmerkmale für Entwicklungswerkzeuge*. Fraunhofer-Verlag, 2011. (Zitiert auf Seite 38)
- [Sch00] A. Schmidt. *Implicit human computer interaction through context*. *Personal Technologies*, 4(2-3), 191–199. 2000. (Zitiert auf Seite 24)
- [SKH05] A. Schmidt, M. Kranz, P. Holleis. Interacting with the Ubiquitous Computer: Towards Embedding Interaction. In *Proceedings of the 2005 Joint Conference on Smart Objects and Ambient Intelligence: Innovative Context-aware Services: Usages and Technologies*. 2005. (Zitiert auf Seite 24)
- [Sta12] N. Stampfl. *Die verspielte Gesellschaft: Gamification oder das Leben im Zeitalter des Computerspiels*. Heise, 2012. (Zitiert auf den Seiten 11 und 12)
- [SW11] D. Spath, A. Weisbecker, Herausgeber. *Usability und Human-Machine Interfaces in der Produktion*. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011. (Zitiert auf Seite 12)
- [Tan13] J. Tannenbauer. Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei manuellen Arbeitsprozessen LV 57. Technischer Bericht, 2013. (Zitiert auf Seite 20)
- [Til90] D. Tilman. Constraints and tradeoffs: toward a predictive theory of competition and succession. *Oikos*, S. 3–15, 1990. (Zitiert auf Seite 89)
- [Wei93] M. Weiser. Some computer science issues in ubiquitous computing. *Communications of the ACM*, 36(7):75–84, 1993. (Zitiert auf Seite 24)
- [ZBP89] D. Zapf, F. Brodbeck, J. Prümper. Handlungsorientierte Fehlertaxonomie in der Mensch-Computer Interaktion. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 33(4), 1989. (Zitiert auf Seite 23)
- [ZLT⁺11] J. Zhou, I. Lee, B. Thomas, R. Menassa, A. Farrant, A. Sansome. Applying Spatial Augmented Reality to Facilitate In-situ Support for Automotive Spot Welding Inspection. In *Proceedings of the 10th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry, VRCAI '11*, S. 195–200. ACM, New York, NY, USA, 2011. doi:10.1145/2087756.2087784. (Zitiert auf Seite 45)
- [ZWE⁺] M. Zäh, M. Wiesbeck, F. Engstler, F. Friesdorf, A. Schubö, S. Stork, A. Bannat, F. Wallhoff. Kognitive Assistenzsysteme in der manuellen Montage: Adaptive Montageführung mittels zustandsbasierter, umgebungsabhängiger Anweisungsgenerierung. (Zitiert auf Seite 19)

Alle URLs wurden zuletzt am 19. 12. 2014 geprüft.

Erklärung

Ich versichere, diese Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt und alle wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Aussagen als solche gekennzeichnet. Weder diese Arbeit noch wesentliche Teile daraus waren bisher Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens. Ich habe diese Arbeit bisher weder teilweise noch vollständig veröffentlicht. Das elektronische Exemplar stimmt mit allen eingereichten Exemplaren überein.

Ort, Datum, Unterschrift