

Gamification im Anlernprozess am Industriearbeitsplatz – ein inklusiver Ansatz

Studie zur Entwicklung eines Anlertutorials für ein gestengesteuertes teilautomatisiertes Assistenzsystem

**S. Haug¹, L. Glashauser¹, B. Großmann², C. Pohlt², T. Schlegl², A. Wackerbarth¹,
K. Weber¹**

¹Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST)

²Regensburg Robotics Research Unit (RRRU)

Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Regensburg,

93053 Regensburg

{sonja.haug, thomas.schlegl}@oth-regensburg.de

Kurzzusammenfassung

Um die Lebensqualität und Einsatzfähigkeit von Menschen mit Behinderung oder älteren Menschen zu verbessern, wurde untersucht, inwiefern Gamification-Anwendungen beim Anlernen einer Gestensteuerung geeignet sind. Grundlage des Experiments stellt ein intelligenter Arbeitsplatz (Smart Workbench, SWoB) dar, der Personen bei manuellen Handhabungsaufgaben unterstützt sowie bestimmte Produktionsprozesse teilautomatisiert ausführt. Um die Anlage bedienen zu können, muss im Vorfeld eine Einweisung erfolgen, welche von Menschen oder durch ein Lerntutorial mit Gamification-Elementen zur Motivationssteigerung durchgeführt werden kann. In der Studie wurde untersucht, welche Form des Anleitens aus welchen Gründen von unterschiedlichen Personen eher akzeptiert oder abgelehnt wird.

Abstract

“Gamification of education in industrial settings – an inclusive approach? An evaluation of an education tutorial for a semiautomatic assistance system piloted by gestures”

To improve handicapped or older persons' quality of life and capacity to work it was examined how far gamification applications for training are suitable. An intelligent workplace (Smart Workbench, kurz SWoB) represents the basis of the experiment. Piloted by gestures, SWoB supports workers in manual manipulation tasks and implements certain production processes semiautomatically. Training can be executed by a human instructor or a technical tutorial which includes gamification elements to increase motivation. In the experimental study it was tested which form of education for which reasons is accepted or rejected by different subjects.

Keywords: kollaborative Robotik, MMI, Usability, Akzeptanz, Inklusion

1 Einleitung

Der Beitrag behandelt eine Einsatzmöglichkeit von kollaborativer Robotik und Gamification bei einer Robotersteuerung unter inklusiven Gesichtspunkten. Welchen Beitrag Gamification im Anlernprozess in der industriellen Arbeitswelt spielen und wie diese Technologie unter Einbeziehung der Anwender verbessert werden kann, wurde mithilfe einer experimentellen Studie

untersucht [1]. Grundlage war ein von der RRRU und der Abteilung für Test- & Handlingautomation (THA) der Infineon Technologies AG entwickelter intelligenter Arbeitsplatz (Smart Workbench, SWoB), der Personen bei manuellen Handhabungsaufgaben unterstützt sowie bestimmte Produktionsprozesse teilautomatisiert ausführt [2, 3]. Die Einweisung in die Bedienung erfolgte in der experimentellen Studie durch ein Lerntutorial mit spieltypischen Elementen (Gamification) oder zum Vergleich mit menschlicher Anleitung. Forschungsleitend war, dass beim spielerischen Lernen Feedback wie bspw. der Punktestand bei einem Wissensquiz motivierend wirken kann (Kap. 2). Ziel war herauszufinden, welche Form des Anleitens aus welchen Gründen eher akzeptiert oder abgelehnt wird und wie das Anlerntutorial verbessert werden kann, um den Anforderungen und Bedürfnissen der Anwender bestmöglich gerecht zu werden (partizipative Technikentwicklung). Neben Bedienungsfehlern und Geschwindigkeit wird mit einem Fragebogen das subjektive Erleben erhoben. Durch Einbeziehung von Jugendlichen mit Behinderung, von Menschen mit Migrationshintergrund und älteren Erwachsenen im Rahmen eines experimentellen Forschungsdesigns (Kapitel 4) wird ein Erkenntnisfortschritt bei der Frage erwartet, welche Vor- oder Nachteile ein technisches System unter dem Inklusionsgesichtspunkt gegenüber einer menschlichen Anleitung hat.

2 Gamification und Inklusion

2.1 Gamification und Lernmotivation

Der Kerngedanke von Gamification besteht darin, Elemente eines Spieles in einer Umgebung einzusetzen, die spielfremd ist [4]. Durch spielerische Elemente sollen Menschen dazu motiviert werden, Aufgaben zu lösen, sich intensiver und länger mit einer Tätigkeit auseinandersetzen und so ihre Produktivität zu steigern [5]. Blohm und Leimeister bezeichnen Gamification daher auch als „persuasive technology“, also als eine überzeugende bzw. überredende Technologie, die bei den Adressaten durch das Einsetzen von Spiel-Elementen bestimmte Handlungsmotive anspricht, was dann zum gewünschten Verhalten führt [6]. Spieltypische Mechanismen und Elemente sind bspw. sichtbarer Status und sozialer Wettbewerb (z.B. Pokale, so genannte „Badges“), einsehbare Ranglisten und Level, Resultattransparenz, konstruktive Rückmeldung und Fortschrittsanzeige [5]. Deren Anwendung ist zunehmend auch im Lernbereich zu finden, indem beispielsweise Motivation durch Belohnungen in Form von Punktesystemen oder Badges erzeugt wird [7].

2.2 Zielgruppen für inklusive assistierende Technologien am Arbeitsplatz

Neue assistierende Technologien in der Industrieproduktion können im Rahmen eines inklusiven Ansatzes drei Zielgruppen von Erwerbstätigen erschließen: (1) In Deutschland leben ca. 10,2 Mio. Menschen mit einer anerkannten Behinderung, für die die Arbeitslosenquote bei knapp 14% im Jahr 2015 lag. Drei Viertel aller Menschen mit geistiger Behinderung haben einen Arbeitsplatz in Werkstätten für behinderte Menschen [8]); dort arbeiten zudem Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen. Eine dritte Gruppe sind Menschen mit zumindest phasenweise stark verminderter Lernleistung; viele finden nach der Schule keinen Ausbildungsplatz [9]. (2) Eine weitere wichtige Zielgruppe für die Inklusion im Arbeitsmarkt stellen Menschen mit Migrationshintergrund dar, die, mit steigenden Zahlen [10], in Deutschland ca. 20% der Bevölkerung ausmachen. Inklusionsbarrieren bestehen häufig in geringen Deutschkenntnissen oder niedrigem Schul- und Ausbildungsniveau. (3) Der demographische Wandel wird

dazu führen, dass Menschen länger in der Arbeitswelt verbleiben. Der Anteil der über 50-Jährigen in den Belegschaften wird sich auch aufgrund des Mangels an Nachwuchskräften stetig erhöhen. Für ältere Menschen bedeutet dies, sich Kompetenz für neue Lerninhalte, Technologien und Medien anzueignen. Diese Gruppe stellt damit eine weitere Zielgruppe für assistierende Technologien dar.

3 Stand der Technik und Realisierung

3.1 Stand der Technik

Im industriellen Umfeld existieren zahlreiche assistierende Technologien, welche unterschiedliche Arten an Unterstützung anbieten. Ein auf Augmented Reality basierendes System wird von Korn et al. in [11] beschrieben. Das Framework des kontextsensitiven Systems besteht aus Bewegungserkennungssensor, bildgebender Sensorik, Projektor und Touch-Display. Der auf diesem Framework basierende Prototyp wird durch eine Studie mit Menschen mit Behinderung evaluiert. Die Studie zeigt tendenziell eine Verbesserung der Aufgabenausführungsgeschwindigkeit, jedoch kann aufgrund der großen Ergebnisvarianz zwischen den einzelnen Probanden keine statistische Signifikanz für die Gesamtheit der Probanden festgestellt werden. Funk et al. zeigen in [12] einen technischen Aufbau der zu unserem ähnlich ist (siehe Kapitel 3.2). Der Fokus des Beitrags liegt auf der Verwendung von Alltagsgegenständen als Steuerungselemente. So soll beispielsweise eine auf dem Tisch abgestellte Flasche als Lautstärkeregel verwendet werden können. Die Anbindung von Werkzeugen an einen intelligenten Arbeitsplatz wird in [13] gezeigt. Der intelligente Arbeitsplatz kann werkzeugspezifische Informationen anzeigen und erlaubt dem Nutzer die Werkzeuge anzusteuern. Gemäß Brea et al. [14] ist es ein wichtiges Ziel die Produktivität zu erhöhen, aber gleichzeitig die Produktion modularer und flexibler zu gestalten. Um dies zu erreichen können interaktive Robotersysteme eingesetzt werden, um den Menschen angepasst an die Erfordernisse, auch bei kleinen Stückzahlen, optimal zu unterstützen. Dies erfordert neue Methoden zur Roboterprogrammierung und Mensch-Roboter-Interaktion, welche durch verschiedene Modalitäten erfolgen können. In [15] werden vier Modalitäten (Touch, Geste, Sprache, 3D-Tracking) hinsichtlich der Nutzbarkeit und Intuitivität am Beispiel der Programmierung eines Roboters gegenübergestellt. Das hier durchgeführte Wizard-of-Oz Experiment zeigt, dass die meisten Nutzer ein Touch oder Gesteninterface bevorzugen und eine Spracheingabe mehrheitlich abgelehnt wird. Die Studie stützt die These, dass eine intuitive Bedienung nur durch multimodale Eingabemöglichkeiten realisiert werden kann.

3.2 Technischer Aufbau der Smart Workbench (SWoB)

Im Projekt Smart Workbench werden Methoden der Mensch-Maschine-Interaktion erforscht. Der innerhalb des Projekts entwickelte Demonstrator besteht aus einem technisch aufgerüsteten Handarbeitsplatz und einem kollaborationsfähigen Leichtbauroboter (Abbildung 3.1). Ein in den Arbeitstisch eingelassener Monitor, ein Zusatzmonitor sowie zwei Projektoren werden verwendet, um dem Bediener bspw. Rückmeldung über das Roboterverhalten, Informationen über den Arbeitsfortschritt und kontextspezifische Arbeitshilfen anzuzeigen. Es werden die individuellen Stärken des kollaborierenden Roboters (Kraft, Präzision und Ausdauer) und des Menschen (Flexibilität und Intelligenz) gebündelt. Ziel ist die kooperative Ausführung von Prozessschritten. Dies wird vor allem durch ein modulares Anlagendesign und durch den Einsatz von maschinellem Lernen gewährleistet. Hierbei soll eine nonverbale Kommunikation zwischen Mensch und Roboter ermöglicht werden. Zur Wahrnehmung der menschlichen Absicht sind

mehrere hochauflösende Intensitäts- und 3D-Sensoren integriert. Das Verstehen der übertragenen Nachricht wird dabei durch eine nachvollziehbare und robuste Roboterreaktion angezeigt.

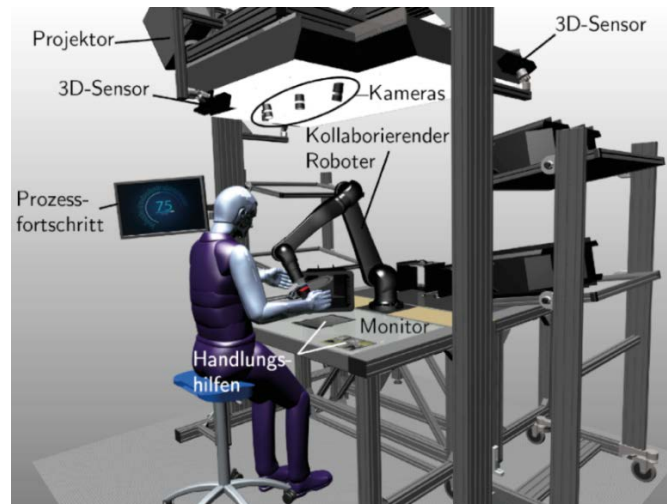


Abbildung 3.1: Demonstrator: Smart Workbench (SWoB)

3.3 Gamifiziertes Anlertutorial

Das Tutorial besteht aus einer Mischung aus Videos und Anleitungen, die durch Bilder gestützt werden. Das gesamte Tutorial wurde durch eine Sprecherstimme vertont, wodurch sowohl der Seh- als auch der Hörsinn angesprochen werden. Diese Stimme gibt der lernenden Person Informationen und erklärt sämtliche Sachverhalte. Ziel ist das Lehren von Gesten zur Steuerung des Systems der SWoB und des dazugehörigen Roboterarms in vier Stufen: (1) Vorbereitung des Auszubildenden, (2) Vormachen der Arbeitshandlung und Erklären, (3) Nachmachen durch den Auszubildenden, (4) den Auszubildenden selbstständig weiterarbeiten und üben lassen [16].



Abbildung 3.2: Tutorial und Testreihe (Foto: Alena Wackerbarth)

Im ersten Schritt werden grundlegende Informationen über SWoB gegeben, Funktionen erläutert und erklärt, wie die Gestensteuerung funktioniert und erkannt wird. Zweitens werden die Grundlagen der Gestensteuerung und die einzelnen Gesten erklärt und im Rahmen von verschiedenen Videos nacheinander vorgemacht. Im dritten Schritt folgt ein kleines Quiz, um erlerntes Wissen spielerisch zu überprüfen, wonach es dann viertens ans eigene Üben der Gesten durch den Auszubildenden geht. Die Gamification-Komponente des Tutorials besteht aus dem Quiz (vier Fragen) sowie eines kleinen Serious Game mit der Aufgabe, einen Turm zu bauen. Es wird jeweils visuelles und verbales Feedback durch eine Sprecherstimme geben, begleitet

durch eine visuelle Fortschrittsanzeige sowie einem Badge bei erfolgreichem Abschluss (Abbildung 3.2).

4 Methodik der empirischen Studie

Im Rahmen der empirischen Studie wurden Usability und Akzeptanz von SWoB und gamifiziertem Tutorial durch Versuchspersonen (VPn) anhand eines teilstandardisierten Fragebogens bewertet und die für Aufgaben benötigte Zeit gemessen. Die VPn wurden auf Basis eines Quotenplans rekrutiert und in der Hauptstudie per Zufallsverfahren in Untersuchungs- und Kontrollgruppe eingeteilt.

4.1 Vorstudie

Die Vorstudie wurde als Pretest zum eigentlichen Test des Anlernetutorials konzipiert. Die Untersuchungsgruppe bestand aus 30 jungen Frauen und Männern, die an der OTH oder Universität Regensburg studieren oder arbeiten [1]. Davon weisen zehn VPn einen Migrationshintergrund auf. Im Rahmen eines experimentellen Forschungsdesigns wurden die 15 männlichen und 15 weiblichen VPn, darunter jeweils fünf mit Migrationshintergrund, in zwei Versuchsgruppen eingeteilt. Jeweils sieben bzw. acht testeten ein Anlernetutorial auf Basis einer Bilderanleitung oder einer Videoanleitung.

4.2 Hauptstudie

Für die Überprüfung von inklusiven Aspekten bei der Techniknutzung wurden in einer experimentellen Testreihe [1] drei Untersuchungsgruppen unterschieden: VPn im Alter von maximal 30 Jahren als Beispielgruppe für (im Normalfall) inkludierte und technikerfahrene Nutzer (U30, N=11) sowie als Vertreter von Gruppen mit geringerer Arbeitsmarktinklusio n VPn mit Beeinträchtigung (MmB, N=9) und VPn über 50 Jahre (Ü50, N=9). Jeweils die Hälfte aus jeder Untersuchungsgruppe (6 bzw. 5 Probanden) erhielten eine Anleitung durch das Tutorial, die andere Hälfte (5 bzw. 4) wurden durch eine menschliche Anleiterin in die Funktionsweise der SWoB eingeführt. Bei allen Tests wurde die Gesamtzeit der Durchführung des Anlernprozesses sowie zur Bewältigung der Abschlussaufgabe bzw. des Minigames gemessen und die Anzahl der benötigten Korrekturen dokumentiert. Die Erhebung erfolgte mithilfe eines teilstandardisierten schriftlichen Fragebogens zum Selbstauffüllen. In Teil 1 wurden u.a. Angaben zum Alter, zur Behinderung und zur Techniknutzung im Alltag erhoben. Teil 2 beinhaltete 23 Aussagen, zu denen mit 5-stufigen Antwortskalen Stellung genommen werden sollte. Um Antworttendenzen zu vermeiden, variierte die Item-kodierung. Beispiele: „Ich habe die Anleitung immer gut verstanden“. Oder „Die Zusammenarbeit mit einem Roboter war für mich unangenehm.“ Antwortvorgaben: trifft gar nicht zu (1), trifft eher nicht zu (2), teils-teils (3), trifft eher zu (4), trifft voll und ganz zu (5). Teil 3 ermöglichte Bemerkungen in offenen Antwortfeldern abzugeben. Die Fragebögen wurden anonym behandelt. Anhand der Ergebnisse wurden Vergleiche zwischen den drei Untersuchungsgruppen und zwei Versuchsbedingungen (menschliche Anleitung und Tutorial) vorgenommen und sechs Hypothesen getestet.

5 Ergebnisse

5.1 Vorstudie

Es lassen sich keine signifikanten Unterschiede im Lernerfolg festmachen, beide Methoden sind für die Vermittlung von Wissen gut geeignet. Allerdings liegt die Videoanleitung mit einem leicht besseren Lernergebnis vor der Bilderanleitung. Auch die Vermittlung der Inhalte

funktioniert mit beiden Methoden sehr gut, wobei auch hier die Methode einer Videoanleitung tendenziell bessere Ergebnisse erzielen konnte. Lediglich beim Lerntempo liegen hier schwächere Ergebnisse vor. Betrachtet man die genannten möglichen Verbesserungen erneut, wird deutlich, dass viele Testpersonen eine Videoanleitung als eine geeignetere Methode ansehen würden, um Wissen zu vermitteln. Die Videos dauerten jedoch etwas länger, was als Nachteil gesehen werden kann. Im Hinblick auf sprachliche Barrieren für Menschen mit Migrationshintergrund zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Menschen mit bzw. ohne Migrationshintergrund. Dennoch können Videos, da sie mit weniger geschriebenem Text auskommen, inklusiver als Bilderanleitungen wirken. Dieser Aspekt ist ebenso wichtig für Menschen mit kognitiven Schwächen wie auch für Analphabeten. Ein Tutorial in Form einer Videoanleitung ist somit zu bevorzugen.

5.2 Hauptstudie

(1) Menschen mit Beeinträchtigung fühlen sich in einer Lernumgebung ohne Überwachung durch einen menschlichen Anleiter wohler. Zentral ist die Aussage „Ich habe mich in der Lernumgebung wohl gefühlt.“. In der Gruppe MmB liegt der Mittelwert beim Tutorial mit 4,2 (SD=1,1) höher als bei der menschlichen Anleitung mit 3,8 (SD=0,5, Unterschied nicht signifikant bei t-Test). Allgemein hat sich die vorliegende Testgruppe im Lernszenario ohne einen menschlichen Anleiter wohler gefühlt, d. h. die Annahme bestätigt sich. In der Versuchsgruppe des Gamification Tutorials fanden die VPn es sehr angenehm, dass die Anleitung *nicht* durch einen Menschen erfolgte (MW=4,3, SD=1,5). Zwar empfanden MmB mit einer menschlichen Anleitung diese ebenfalls sehr angenehm (MW=4,5, SD=0,6) und sie gaben etwas seltener an, beim Üben und Ausführen unter Druck zu stehen. Ein Test in einer realistischeren Lernumgebung, z.B. mit einem ungeduldigen oder unfreundlicheren Anleiter, könnte durch einen höheren Lerndruck jedoch anders ausfallen.

(2) Menschen, die vermehrt Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), so z.B. Smartphones sowie PCs, im Alltag nutzen, kommen mit einer technischen Anleitung und der Bedienung besser zurecht. Für die Analyse der Techniknutzung wurde ein Index erstellt. Generell nehmen vor allem Smartphone und PC einen hohen Stellenwert im Alltag ein, da sich alle Gruppen damit täglich mindestens bis zu einer Stunde beschäftigen. Auffallend ist, dass die IKT-Nutzung bei Testpersonen in der Altersgruppe über 50 Jahre zwar durchaus verbreitet ist, die tägliche Nutzung jedoch im Durchschnitt fast bei allen Medien unter den Werten der anderen beiden Testgruppen liegt. Die Mediennutzung ist bei MmB zeitlich gesehen am stärksten ausgeprägt. Vergleicht man die Mittelwerte bzgl. der Bewertung von SWob und Anlertutorial, lässt sich ein klares Muster erkennen, das die These stützt: Personen, die häufiger IKT im Alltag nutzen, können mit der Technik besser umgehen [1].

(3) Ein automatisches Tutorial mit spielerischen Elementen kann einen inkludierenden Charakter haben. Die Anleitung war für alle drei Testgruppen gut verständlich. Sie war für die Gruppe U30 allerdings teils-teils bis eher zu ausführlich, für die Gruppe Ü50 war sie tendenziell teils-teils zu ausführlich, für die Gruppe der Menschen mit Beeinträchtigung trifft das eher nicht zu. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass die der 30-Jährigen stärker beim Lernen gelangweilt war. Hieraus lässt sich schließen, dass die Anleitungen zwar für alle verständlich waren, das Lernniveau für die Gruppe der 30-Jährigen allerdings zu niedrig war. Die Testpersonen fühlten sich alle gleichermaßen wenig unter Druck gesetzt oder überfordert. In diesem Punkt scheint das Gamification Tutorial also durchaus inklusiv gestaltet zu sein. Die Gruppe

der Menschen mit Beeinträchtigung hat bei der Messung der Zeit insgesamt und beim Mini-game deutlich am längsten gebraucht. Bemerkenswert ist allerdings, dass die Zahl der benötigten Korrekturen in allen Gruppen recht ähnlich ist. So haben die Gruppen der über 50-Jährigen und der Menschen mit Beeinträchtigung zwar länger gebraucht, dabei allerdings nicht mehr Fehler gemacht. Dass der Block des Lernens und Übens ohne Zeitdruck erfolgte, kann also einen inklusionsfördernden Aspekt darstellen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das getestete Gamification-Tutorial inkludierende Charakterzüge mit sich bringt, welche allerdings noch ausbaufähig sind. Dies betrifft insbesondere ein passendes Lernniveau und -tempo für alle Zielgruppen.

(4) Gamification ist förderlich für die Lernmotivation und für ein positives Lernklima.

Dass Gamification positiv zur Lernmotivation und zum Lernklima beiträgt, konnte in der vorliegenden Testreihe nicht direkt bestätigt werden. Ob dieser Effekt durch ein zu niedriges Lernniveau gebremst wurde, konnte nicht beantwortet werden. Zu beachten ist lediglich, dass das Gamification-Tutorial für die MmB positivere Effekte auf Lernumgebung und -klima hervorgerufen hat, als für die anderen beiden Testgruppen: bei nahezu jeder der hier betrachteten Aussagen nähert sich der Mittelwert in der Testgruppe Tutorial dem etwas höheren Mittelwert der menschlichen Anleitung an. Am wenigsten Spaß am Lernen mit dem Gamification-Tutorial hatte die Gruppe der über 50 Jährigen (2,8); auch die technische Anleitung hat ihnen am wenigsten gefallen. Doch auch hier bleibt offen, ob es am ungünstigen Lernniveau der Anleitung, an den technischen Gegebenheiten (Tischhöhe, spiegelnder Tisch etc.), die oft in den offenen Fragen erwähnt wurden, oder tatsächlich an den Gamification-Elementen lag.

(5) Ein automatisches Tutorial kann die motorischen Lerninhalte mindestens genauso gut wie ein menschlicher Anleiter vermitteln. Das Tutorial führt zu einem besseren Verständnis, auch wenn die Anleitung für einige Testpersonen zu ausführlich war (Tabelle 5.1). Wenige VPn denken, dass eine Anleitung durch Menschen besser klappen würde. Dass das Tutorial mehr Zeit in Anspruch genommen hat ist zum Teil auf die ausführlichere Anleitung zurückzuführen (14 min vs. 6,2 min). Die maschinelle Anleitung wurde signifikant häufiger als zu ausführlich bewertet. Da in einem automatisierten Tutorial keine Fragen gestellt werden können, wurden möglichst umfassende Informationen gegeben. In einer menschlichen Anleitung hingegen gibt es die Möglichkeit, die Anleitung auf die Fragen und Bedürfnisse der lernenden Person anzupassen. So kam es bei einigen Testpersonen aus allen Untersuchungsgruppen bei menschlicher Anleitung vor, dass die Gesten mehrmals vorgeführt und geübt werden mussten. Insgesamt war die Zahl der Korrekturen bei menschlicher Anleitung mit 4,8 deutlich höher als beim Tutorial (3,3).

Tabelle 5.1 Vergleich Menschliche Anleitung und Tutorial in Bezug auf Lernerfolg. (5 = trifft voll und ganz zu. Mittelwert (Standardabweichung), Signifikanz t-Test ** p < 0,01)

Aussage	Tutorial (Maschine)	Ausbilder (Mensch)
Ich habe die Anleitung immer gut verstanden.	4,6 (0,6) n.s.	4,5 (0,8)
Die Anleitungen waren mir zu schnell.	1,7 (0,9) n.s.	1,3 (0,9)
Die Anleitung war zu ausführlich.	2,9 (1,2) **	1,5 (1,2)
Ich denke, ich könnte Robert jetzt mit meinen Gesten steuern.	4,3 (0,9) n.s.	4,6 (0,8)

Die Gefahr, die sich auch in diesem Test bestätigt hat, ist dabei, dass das Lernniveau dadurch zu niedrig ausfällt und kognitiv fitte Menschen schneller gelangweilt werden. Abschließend lässt sich zu dieser These zusammenfassen, dass bei einer menschlichen Anleitung generell das Lernniveau besser an die lernende Person angepasst werden kann. Dies ist bei einem automatisierten und standardisierten Tutorial nur schwer möglich. Bezogen auf die Abschlussaufgabe, also des Bauens des Turms mithilfe der gelernten Gesten, können beide Anlernmethoden ähnliche Ergebnisse aufweisen. Jedoch wurden beim Anlernen mit dem Gamification-Tutorial weniger Korrekturen benötigt, d.h. die Informationen wurden scheinbar so übermittelt, dass weniger Fehler entstanden.

(6) SwoB kann als Arbeitsplatz gesehen werden, der einen inklusiven Beitrag leistet. Generell können sich alle VPn vorstellen, in der Zukunft mit einem Roboter zusammenzuarbeiten (Tabelle 5.2). Die Menschen mit Beeinträchtigung stimmen der Aussage in höherem Maße zu (MW 4,4). Das Ergebnis mag mit der Lebensphase der eher jüngeren Probanden und der höheren IKT-Nutzung in dieser Gruppe zu tun haben, zeigt aber auch die Aufgeschlossenheit gegenüber der Technik an einem potenziellen Arbeitsplatz.

Tabelle 5.2 Vergleich Untersuchungsgruppen in Bezug auf Usability und Akzeptanz.
5 = trifft voll und ganz zu. Angaben: Mittelwert (Standardabweichung), Signifikanz t-Test

Aussage	MmB	Ü50	U30
Die Zusammenarbeit mit einem Roboter war für mich unangenehm.	1,6 (1,1) n.s.	1,9 (1,5) n.s.	1,5 (0,7)
Die Zusammenarbeit mit einem Roboter kann ich mir auch für die Zukunft vorstellen.	4,4 (0,9) n.s.	3,6 (1,4) n.s.	3,5 (1,5)
Es fällt mir leicht, die Gesten auszuführen.	4,4 (0,7) n.s.	4,4 (0,9) n.s.	4,7 (0,5)
Ich denke, dass jeder mit dieser Technik arbeiten könnte	3,8 (1,1) n.s.	4,2 (0,8) n.s.	4,1 (0,8)

Gleichzeitig waren MmB eher der Ansicht, dass nicht jeder die Technik nutzen kann. So gibt es Einschränkungen bei der Bedienung für einzelne Behinderungen (z.B. Sehschwäche). Das Arbeitssystem SwoB ist also noch nicht vollständig inklusiv und kann es auch nur schwer werden. Von sechs VPn mit einer körperlichen Beeinträchtigung könnten allerdings fünf Personen mit entsprechenden Anpassungen (Tischhöhe/Rampe, evtl. kleinerer Arbeitsbereich) ohne größere Probleme mit SwoB arbeiten. Ebenso können Menschen im höheren Alter gut mit dem System arbeiten, wie die gezeigten Leistungen in der Testreihe bestätigten. Es zeigen sich keine signifikanten Mittelwertunterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen MmB und Ü50 und der Vergleichsgruppe U30.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Sinne der partizipativen Technikentwicklung wurde für einen gestengesteuerten Arbeitsplatz ein videobasiertes gamifiziertes Anlerntutorial entworfen und experimentell untersucht: Ist ein videobasiertes Anlerntutorial verständlich für Menschen mit Migrationshintergrund? Kann es gleichwertig oder besser als eine menschliche Anleitung sein? Welche Rolle spielt Erfahrung mit IKT? Ist der Umgang mit dem Anlerntutorial für jüngere oder ältere Menschen oder Menschen mit Behinderung unterschiedlich? Kann ein Tutorial zur Inklusion am Arbeitsplatz beitragen? Auch ohne Vertrautheit mit der Technik ist die Bedienung des Roboterarms

für alle Untersuchungsgruppen einfach zu erlernen. Zwar funktioniert die menschliche Anleitung generell sehr gut. Das inklusive Potenzial der Technik zeigt sich jedoch besonders bei jungen Menschen mit Behinderung, die bereits im Alltag IKT intensiv nutzen. Technikaffine Gruppen zeigen eine höhere Akzeptanz. Bzgl. Gamification lässt sich schlussfolgern, dass spielerisches Lernen dem Lernerfolg zuträglich ist. Auch ist eine für alle Bedürfnisse passende Balance von Überforderung und Langeweile mit dem getesteten Tutorial noch nicht gefunden. An das individuelle Lernniveau angepasste Varianten könnten eine Lösung sein.

7 Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie für die Förderung der vorliegenden Arbeit innerhalb des Förderprogramms Informations- und Kommunikationstechnik Bayern sowie den Probandinnen und Probanden.

8 Literatur

- [1] L. Glashauser: Gamification im Anlernbereich. Entwicklung und Evaluation eines gamifizierten Anlertutorials der Gestensteuerung unter Beachtung inklusiver Aspekte. Masterarbeit, Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, 2016.
- [2] J. Höcherl, T. Schlegl, T. Berlehner, H. Kuhn, B. Wrede: Smart Workbench: Toward Adaptive and Transparent User Assistance in Industrial Human-Robot Applications. In: Proceedings of 47th International Symposium on Robotics (ISR 2016). Munich, Germany, S. 271-278, 2016.
- [3] S. Niedersteiner, C. Pohlt, T. Schlegl, T. Berlehner: Smart Workbench: A Multimodal and Bidirectional Assistance System for Industrial Application. In: Proceedings of Industrial Electronics Society, IECON 2015. IEEE, S. 2938-2943, 2015.
- [4] S. Deterding, R. Khaled, L. Nacke, D. Dixon: Gamification: Toward a Definition. In: CHI 2011 Workshop Gamification. Vancouver, Canada, <http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf>, 2011.
- [5] M. Koch, S. Oertelt, F. Ott: Gamification von Business Software – Steigerung von Motivation und Partizipation. München: Forschungsgruppe Kooperationssysteme, Univ. der Bundeswehr München <http://www.soziotech.org/schriften/band3/>, 2013.
- [6] I. Blohm, J. M. Leimeister: Gamification: Gestaltung IT-basierter Zusatzdienstleistungen zur Motivationsunterstützung und Verhaltensänderung. In: Wirtschaftsinformatik, 55(4), S. 275-278, 2013.
- [7] K. M. Kapp: The gamification of learning and instruction fieldbook. Ideas into practice. San Francisco: Wiley, 2014.
- [8] Aktion Mensch: Zahlen und Fakten. Der Arbeitsmarkt in Deutschland. <https://www.aktion-mensch.de/themen-informieren-und-diskutieren/arbeit/zahlen-und-fakten.html>, 2016.
- [9] R. Enggruber, J. Rützel: Berufsausbildung junger Menschen mit Behinderung: Eine repräsentative Befragung von Betrieben. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung. http://www.bertelsmann-stiftung.de/cps/rde/xbcr/SID-651204EA-282D079B/bst/xcms_bst_dms_39898_39899_2.pdf, 2014.
- [10] S. Haug: Migration. In: S. Mau, N. M. Schöneck (Hrsg.): Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschlands. Bonn: bpb, grundl. übera. Aufl., S. 593-607, 2014.

- [11] O. Korn, M. Funk, S. Abele, T. Hörz, A. Schmidt: Context-aware assistive systems at the workplace. In: F. Makedon, M. Clements, C. Pelachaud, Vana Kalogeraki und Ilias G. Maglogiannis (Hg.): Proceedings of PETRA 2014. The 7th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments, 2014, Rhodes, Greece (PETRA '14). 7th International Conference. Rhodes, Greece. New York: ACM (ICPS), S. 1-8, 2014.
- [12] M. Funk, O. Korn, A. Schmidt: An augmented workplace for enabling user-defined tangibles. In: M. Jones, P. Palanque, A. Schmidt, T. Grossman (Hg.): The extended abstracts of the 32nd annual ACM conference. Toronto, Ontario, Canada, S. 1285-1290, 2014.
- [13] J. Knibbe, T. Grossman, G. Fitzmaurice: Smart Makerspace. In: Nuno Nunes, E. Costanza, P. Olivier, J. Schöning (Hg.): ITS'15. Proceedings of the 2015 ACM International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces: November 15-18, 2015, Madeira, Portugal. The 2015 International Conference. Madeira, Portugal. New York: Association for Computing Machinery, S. 83-92, 2015.
- [14] E. Brea, P. Kambouris, A. Elfes, E. Duff, M. Bick, A. Bonchis, A. Tews, L. Lopes: An initiative to enhance SME productivity through fit for purpose Information and Robotic technologies: The value of Lightweight Assistive Manufacturing Solutions – whitepaper, 2013.
- [15] S. Profanter, A. Perzylo, N. Somani, M. Rickert, A. Knoll: Analysis and semantic modeling of modality preferences in industrial human-robot interaction. In: 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). Hamburg, Germany, S. 1812-1818, 2015.
- [16] A. Juch: Erwerbstätigkeit im Alter. Personalwirtschaftliche Gestaltungsmöglichkeiten angesichts älterer Belegschaften. Frankfurt/Main: Lang, 2008.