

Entwicklungsbegleitende Erhebung möglicher Alterseffekte mittels Alterssimulationsanzug beim Einsatz von Augmented Reality Assistenzsystemen zur Wartung von Breitwebmaschinen in der Textilindustrie

Matthias WILLE¹, Arash REZAEY², Sarah HÜBNER¹, Andrea ALTEPOST², Mario LÖHRER², Alexander MERTENS¹

¹ *Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

² *Institut für Textiltechnik, RWTH Aachen University, Otto-Blumenthal-Straße 1, D- 52074 Aachen*

Kurzfassung:

In der vorliegenden kleinen Studie geht es darum, mögliche Alterseffekte bei einem Augmented-Reality Assistenzsystem entwicklungsbegleitend in einer frühen Phase aufzudecken. Hierzu benutzten die Probanden das Assistenzsystem in permutierter Reihenfolge einmal mit und einmal ohne Alterssimulationsanzug zur Behebung eines Schussfadenbruchs bei einer Breitwebmaschine. Zu jedem einzelnen Arbeitsschritt wurde die subjektive Beanspruchung erhoben, um Auswirkungen von Alterseffekten im direkten Vergleich zu sehen. Des Weiteren wurden der NASA-TLX nach jedem Durchlauf (mit und ohne Anzug) und die notwendige Zeit zur Fehlerbehebung erhoben sowie ein qualitatives Interview zu den erlebten Alterseffekten geführt. Abschließend wurden die Probanden zur akzeptanzorientierten Gestaltung des Assistenzsystems befragt, das nach Fertigstellung in industrielle Umgebungen transferiert werden soll.

Schlüsselwörter: Assistenzsystem, Augmented Reality, Alterssimulation, demographischer Wandel, Beanspruchung

1. Einleitung

Da durch den demografischen Wandel Belegschaften immer älter werden, ist es notwendig, die Arbeitsprozesse in Betrieben so anzupassen, dass keine Nachteile für ältere Menschen entstehen. Laut dem statistischen Bundesamt (2016) ist die Erwerbstätigenquote Älterer von 2005 bis 2015 von 63,3% auf 77,2% (bei 55 bis 60 Jährigen) gestiegen. Um generell eine Hilfestellung bei Arbeitsprozessen zu bieten, werden u.a. Augmented Reality (AR) Assistenzsysteme entwickelt, welche die Arbeitsanweisungen lagegerecht auf ein Abbild der Maschine projizieren und auf einem Tablet-PC oder einer Datenbrille darstellen.

Hier stellt sich nun die Frage, ob diese Assistenzsysteme auch für ältere Menschen geeignet sind und ihnen helfen, den Arbeitsprozess zu erleichtern. Denn mit fortschreitendem Alter kommt es bei Menschen zu Leistungsveränderungen der Sinne, des Körpers und der kognitiven Fähigkeiten. Darunter fallen Veränderungen in der Informationsaufnahme (visuell, auditiv und haptisch), der Informationsverarbeitung und der Beweglichkeit (vgl. Mertens 2014). Um diesbezüglich ein AR Assistenzsystem bereits während der Entwicklung praxisbezogen zu testen, wird in der aktuellen Studie der Alterssimulationsanzug GERT (GERontologischer

Testanzug (Details und Bilder zum GERontologischen Testanzug finden sich unter <http://www.produktundprojekt.de>) verwendet. Er besteht aus verschiedenen Komponenten, die zum Teil mit Gewichten am Oberkörper, Hand- und Fußgelenken versehen sind. Diese Elemente sollen zum einen altersbedingten Muskelschwund simulieren und zum anderen die Gelenke einschränken (Fuß-, Knie-, Handgelenk, Ellenbogen und Hals). Des Weiteren werden mithilfe einer Brille mit gelbem Kunststoff die Augen getrübt und das Sichtfeld eingeschränkt. Durch alle unterschiedlichen Komponenten fühlt sich der Träger des Anzuges um die 30 bis 40 Jahre älter.

Verschiedene Studien konnten bereits nachweisen, dass Alterssimulationsanzüge dabei helfen, für das Alter zu sensibilisieren (Koytek 2008; Filz 2009). Medizinstudenten hatten nach einer Selbsterfahrung von altersbedingten Krankheiten ein besseres Einfühlungsvermögen und mehr Empathie gegenüber älteren Menschen. Auch konnte im direkten Vergleich von älteren Probanden mit jüngeren Probanden, die einen Alterssimulationsanzug trugen, gezeigt werden, dass sich ein Alterssimulationsanzug auf die Bearbeitungszeit in einer manuellen Konstruktionsaufgabe vergleichbar wie der tatsächliche Alterungsprozess auswirkt (Scherf 2014).

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde an einer Breitwebmaschine ein Schussfadenbruch erzeugt, der mithilfe eines Assistenzsystems vom Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen (ITA) behoben werden sollte, wobei diese Aufgabe mit und ohne Alterssimulationsanzug durchgeführt wurde.

2. Methodik

2.1 Zielsetzung der Studie und Einschränkungen

Ziel der vorliegenden Studie war es zu überprüfen, ob bei der Entwicklung von Assistenzsystemen bereits in einem frühen Stadium prozessbegleitend mögliche Einflüsse des Alters durch den Einsatz von Alterssimulationsanzügen aufgezeigt werden können. Mit Blick auf die geplante Implementation des hier verwendeten Assistenzsystems in Industriebetrieben (z. B. Altepost et al. 2017) sollten zudem erste Hinweise auf Akzeptanzgesichtspunkte auch unter dem Eindruck alterstypischer Einschränkungen gewonnen werden. In diesem Sinne handelt es sich um eine Machbarkeitsstudie. Da in diesem Zusammenhang nur eine geringe Anzahl von Probanden erhoben wurde, wird auf inferenzstatistische Auswertung verzichtet und der Fokus liegt auf der deskriptiven Beschreibung der Ergebnisse sowie auf dem qualitativen Fragebogen.

2.2. Stichprobe

Getestet wurden sechs (drei weibliche und drei männliche) Probanden, die nicht mit der Webmaschine vertraut waren. Der Altersdurchschnitt lag bei 24 Jahren (SD = 2).

2.3. Versuchsaufbau

Die Studie wurde im Technikum des ITA an einer Breitluftwebmaschine durchgeführt. Dabei wurde eine manipulierte Ausgangssituation geschaffen, in der

ein Schussfaden nach dem Vorspulgerät 1 (in Kanal 1) zerschnitten wurde. Danach sollten die Probanden mithilfe des AR-Assistenzsystems die definierten Arbeitsschritte (siehe Tabelle 1) durchlaufen, um den Schussfadenbruch zu beheben. Dieser Durchlauf wurde einmal mit und einmal ohne den Alterssimulationsanzug durchgeführt. Dabei wurde die Reihenfolge der Bedingungen ausbalanciert. Während des Durchlaufes wurde die benötigte Zeit für jeden Arbeitsschritt notiert und die aktuelle Beanspruchung des Probanden anhand der Rating Scale of Mental Effort (RSME-Skala) erfragt. Nach jedem Durchgang füllten die Probanden den NASA Task Load Index (NASA TLX) aus und wurden zu den Arbeitsschritten und dem AR Assistenzsystem interviewt.

Tabelle 1: Auflistung der 6 Arbeitsschritte. Diese werden alle vom Assistenzsystem angegeben, allerdings nicht in exakt dieser Wortwahl, sondern auch durch Pfeile, Markierungen und Kurzanweisungen ergänzt.

Nr.	Arbeitsschritt
1.	Kalibrieren Sie das Assistenzsystem, in dem Sie das Tablett so halten, dass die Kamera die Komponenten der Webmaschine erkennen kann.
2.	Überprüfen Sie bei jedem gezeigten Bestandteil der Maschine, ob das Garn da ist oder nicht und ob noch Garnreste vorhanden sind. Entfernen Sie diese wenn nötig.
3.	Greifen Sie den Plastikriemen, der sich auf der Webmaschine befindet. Setzen Sie den Plastikriemen durch den <i>Ballon-Brecher</i> ein und haken Sie das Garn auf den Plastikriemen und ziehen Sie es durch den <i>Ballon-Brecher</i> . Legen Sie den Plastikriemen zurück an seinen Platz.
4.	Aktivieren Sie auf dem Touchscreen der Maschine den manuellen Modus durch Drücken der Taste in der rechten oberen Ecke. Wählen Sie im Dropdown-Menü den entsprechenden Kanal aus und halten Sie den Schussfaden an den Eingang der ersten Hauptdüse. Aktivieren Sie diese auf dem Touchscreen der Maschine, um das Garn mit Druckluft einzuführen.
5.	Halten Sie nun den Schussfaden an den Eingang der zweiten Hauptdüse und aktivieren Sie diese ebenfalls über den Touchscreen der Maschine, um das Garn mit Druckluft einzuführen.
6.	Entfernen Sie möglichen Schussfaden Überrest aus dem Kanal

2.4. Fragebögen

Mithilfe der RSME-Skala (Zijlstra 1993) kann die aktuelle mentale Beanspruchung bei einer Tätigkeit gemessen werden. Dafür wird eine Skala von 0 (keine Anstrengung) bis 150 (unerträgliche Anstrengung) verwendet. Die Probanden wurden vorher mit der Skala vertraut gemacht und gaben während des Versuchs direkt nach jedem Arbeitsschritt ihr spontanes Urteil durch Nennung einer Zahl zwischen 0 und 150 ab. Darüber hinaus erhielten sie den NASA-TLX (Hart & Staveland 1988; Hart 2006), bei dem sie auf sechs unterschiedlichen Skalen ihre durchschnittliche Beanspruchung angeben sollten. Die Skalen umfassen geistige, körperliche und zeitliche Anforderungen der Aufgaben, sowie die eigene Leistung, Anstrengung und empfundene Frustration bei der Bewältigung der Aufgaben. Das im Anschluss geführte Interview beinhaltete weitere Fragen speziell zu dem Assistenzsystem und den einzelnen Arbeitsschritten, z.B. welche Aufgaben besonders leicht oder besonders schwer fielen und warum dies so empfunden wurde.

Abschließend wurden die Probanden mit dem Fragebogen zu Akzeptanzaspekten nach verschiedenen Facetten der Nutzerfreundlichkeit (in Anlehnung an die Anforderungen der DIN EN ISO 9241-11 (1999)), der Verwendung des Systems im Arbeitsalltag, etwaigen Bedenken zum Datenschutz sowie der Bedeutung für die

Wirtschaftlichkeit der Produktion und die Qualifizierung sowie Arbeitsbedingungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gefragt.

3. Ergebnisse

3.1 Bearbeitungszeit

Ein Vergleich der Bearbeitungszeit für die unterschiedlichen Aufgaben (siehe Tabelle 2) zeigt, dass die benötigte Dauer vor allem vom Durchgang geprägt ist und nicht von der Alterssimulation. Hier zeigt sich ein zu erwartender Lerneffekt bezüglich der Aufgabenstellungen sowie im Umgang mit dem Assistenzsystem. Etwas heraus fällt aus dieser Betrachtung Aufgabe 4, die im ersten Durchgang mit Alterssimulationsanzug deutlich länger dauert als unter allen anderen Bedingungen. In dieser Aufgabe mussten Einstellungen am Touchscreen der Webmaschine vorgenommen werden. Ebenfalls zu sehen ist, dass die Streuung der Werte beim Einsatz eines Alterssimulationsanzuges deutlich höher ist als ohne.

Tabelle 2: Mittlere Durchführungszeiten in Sekunden pro Aufgabe für jede Bedingung. In Klammern sind die Standardabweichungen wiedergegeben.

Aufgabe	1.Durchgang ohne Alterssimulation	1. Durchgang mit Alterssimulation	2. Durchgang ohne Alterssimulation	2. Durchgang mit Alterssimulation
1) Kalibrierung	12,00 (7,00)	10,33 (3,21)	8,33 (6,66)	9,00 (3,61)
2) Fehler identif.	75,67 (17,21)	167,67 (20,74)	75,67 (11,50)	62,00 (18,38)
3) Ballon Brecher	140,00 (44,03)	237,67 (130,48)	77,00 (43,58)	66,33 (14,22)
4) Düse 1	94,33 (32,96)	272,67 (176,09)	82,33 (32,65)	76,33 (15,01)
5) Düse 2	46,67 (29,84)	87,67 (76,57)	38,67 (21,08)	22,67 (13,01)
6) Restfaden entf.	216,33 (100,28)	191,00 (99,13)	50,33 (16,29)	88,33 (41,14)

3.2 Beanspruchung

Die Beanspruchung der Probanden wurde mit dem RSME für jede Aufgabe (Tabelle 3) und mit dem NASA-TLX (Tabelle 4) für die vier Versuchssituationen aufgenommen. Bei allgemein niedrigem bis mittleren Beanspruchungsniveau zeigt sich sowohl ein Effekt des Alterssimulationsanzuges, der zu höherer Beanspruchung führt, als auch ein Effekt des Durchganges, wobei der erste Durchgang als anstrengender erlebt wird als der zweite. Auch Wechselwirkungen sind hier zu vermuten. Vor allem der erste Durchgang mit Alterssimulationsanzug wird als besonders beanspruchend erlebt.

Tabelle 3: Beanspruchungswerte der RSME pro Aufgabe für jede Bedingung. In Klammern sind die Standardabweichungen wiedergegeben.

Aufgabe	1.Durchgang ohne Alterssimulation	1. Durchgang mit Alterssimulation	2. Durchgang ohne Alterssimulation	2. Durchgang mit Alterssimulation
1) Kalibrierung	7,33 (4,04)	30,00 (20,00)	3,33 (5,77)	31,67 (24,66)
2) Fehler identif.	17,50 (3,54)	53,33 (5,77)	11,67 (7,64)	35,00 (7,07)
3) Ballon Brecher	41,67 (20,21)	75,00 (5,00)	8,33 (2,89)	30,00 (8,66)
4) Düse 1	40,00 (17,32)	90,00 (17,32)	9,00 (6,56)	35,00 (15,00)
5) Düse 2	33,33 (16,07)	100,00 (26,46)	7,33 (6,81)	32,66 (4,62)
6) Restfaden entf.	44,67 (14,19)	96,67 (45,09)	12,33 (19,66)	36,66 (15,28)

Tabelle 4: Beanspruchungswerte der NASA-TLX Subskalen für jede Bedingung. In Klammern sind die Standardabweichungen wiedergegeben.

NASA-TLX Subskala	1. Durchgang ohne Alterssimulation	1. Durchgang mit Alterssimulation	2. Durchgang ohne Alterssimulation	2. Durchgang mit Alterssimulation
Geistige Anstr.	7,00 (2,65)	11,00 (4,58)	4,00 (2,00)	8,00 (1,00)
Körperliche Anstr.	2,33 (1,53)	13,33 (1,53)	4,33 (2,89)	13,00 (4,58)
Zeitliche Anstr.	9,00 (1,00)	5,00 (4,00)	3,33 (0,58)	8,33 (1,53)
Leistung	8,33 (3,21)	9,67 (2,89)	2,67 (2,08)	5,67 (2,52)
Anstrengung	9,33 (4,51)	14,00 (3,61)	3,33 (2,08)	13,00 (1,00)
Frustration	8,00 (5,00)	10,67 (5,86)	2,67 (1,53)	7,00 (1,00)

Von den Aufgaben wird mittels RSME die Aufgabe 4 als eine der schwierigsten ermittelt, dicht gefolgt von Aufgabe 5. Effekte des Alterssimulationsanzuges zeigen sich nur in der Kalibrierung (Aufgabe 1), die mit dem Anzug als beanspruchender erlebt wird, wenn auch auf niedrigem Allgemein-Niveau. Als Grund nannten die Probanden den durch die Alterssimulation schwieriger in Position zu haltenden Tablet-PC.

Bei den im NASA-TLX unterteilten Beanspruchungsarten zeigt sich, dass der Alterssimulationsanzug zu mehr körperlicher Beanspruchung und zu mehr (allgemeiner) Anstrengung führt, wie zu erwarten war. Auch geistige Anstrengung und Frustration sind mit Alterssimulation höher.

3.3 Interview

Im Interview zeigt sich bei der Frage, welche Aufgabe den Probanden besonders leicht bzw. schwer fiel, kein deutlicher Unterschied bezüglich Durchgängen mit und ohne Alterssimulation. Allgemein fiel Aufgabe 6 vielen Probanden schwer, da das Assistenzsystem hier nur die schriftliche Anweisung gab, den Restfaden zu entfernen, ohne den Ort z.B. durch eine Grafik näher zu erläutern. Besonders leicht fiel den Probanden Aufgabe 2, da das Assistenzsystem hier bei der Fehlersuche gut unterstützt und man so die einzelnen Positionen an der Maschine gut finden konnte. Gleiches gilt für die Aufgaben 4 und 5, da auch hier verständliche Grafiken die entscheidenden Stellen an der Maschine gut hervorheben. Als größtes Problem im Rahmen der Alterssimulation sahen die meisten Probanden das Halten des Tablets in der aufrechten Position und den Mangel an Ablagemöglichkeiten für dieses an. Die geringe Schriftgröße der Anweisungen wurde trotz eingeschränkter Sicht durch die Alterssimulation nicht kritisiert. Auf Nachfrage gaben Probanden an, dass dies auch die Standardschriftgröße ihrer privaten Smartphones sei. Die gelbgetrübte Brille des Alterssimulationsanzuges gibt hierbei zwar die Gelbstichigkeit des Alterssehens wieder, nicht aber die typische Altersweitsichtigkeit.

3.4 Fragebogen zur Akzeptanz

Hier wurden besonders die Erlernbarkeit ($\bar{x} = 4,17$; $SD = 1,6$) sowie das Potenzial zur Unterstützung in der Weberei ($\bar{x} = 4,17$; $SD = 1,17$) hoch bewertet; weniger zugestimmt wurde der Aussage, das System halte kaum Störungen und Beschränkungen bereit ($\bar{x} = 3,0$; $SD = 1,1$), was zu den monierten Problemen beim Halten des Tablets passt. Verhalten optimistisch äußerten sich die Probanden zur Verwendung im Arbeitsalltag ($\bar{x} = 3,8$; $SD = 1,3$), tendenziell wenig besorgt zeigten sie sich hinsichtlich der Verarbeitung persönlicher Daten ($\bar{x} = 2,33$; $SD = 1,03$): vier der sechs Probanden hatte keine oder eher keine Bedenken diesbezüglich.

4. Diskussion und Fazit

Die Studie demonstriert, dass es mit Alterssimulationsanzügen bereits mit geringem Aufwand möglich ist, begleitend zur Entwicklung von Assistenzsystemen für Alterungsprozesse zu sensibilisieren und kommende Systeme so alter(n)sgerecht zu gestalten. Sie zeigt aber auch deutliche Lücken hinsichtlich Alterseffekte auf, die durch den Anzug nicht gut simuliert werden können. So wurde im vorliegenden Anzug die Sehschärfe nicht durch typische Altersweitsichtigkeit manipuliert, was dazu führte, dass die zu kleine Schrift nur von wenigen Probanden als Problem erkannt wurde. Die dauerhafte Haltesituation des Tablets wurde aber erst durch den Einsatz des Alterssimulationsanzuges als mögliches Altersproblem erkannt. Denn neben manchen nur ansatzweise umgesetzten Alterseinschränkungen, können kognitive Einschränkungen mit einem Anzug ebenfalls nicht simuliert werden. Auch eine eventuelle Altersabhängigkeit mancher Akzeptanzeffekte, z.B. Bedenken hinsichtlich der Verarbeitung von Nutzerdaten, ist damit nicht erfassbar. Allgemein zeigt sich, dass ein Alterssimulationsanzug Usability Tests mit realen älteren Probanden nicht ersetzen kann. Trotzdem vermittelt der Anzug gut ein Gefühl des Alters und ist deshalb als Erfahrung vor allem für Entwickler zu empfehlen.

5. Literatur

- Altepost A, Löhner M, Ziesen N, Saggiomo M, Strüver N, Houben D & Gloy Y-S (2017) Sociotechnical systems in the textile industry. *i-com* 16(2): 153-164.
- DIN EN ISO 9241-11 (1999) Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit.
- Filz SA (2010) "Instant Aging"-Selbsterfahrung des Alterns.
- Hart SG (2006) NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* 50(9): 904-908. Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications.
- Hart, SG & Staveland LE (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology* 52: 139-183.
- Koytek B (2008) Instant Aging.
- Lewis JR (1995) IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction* 7(1): 57-78.
- Mertens A (2014) Alternsgerechte Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen zur ergonomischen Interaktion mit telemedizinischen Systemen und Dienstleistungen. Shaker.
- Scherf C (2013) Entwicklung, Herstellung und Evaluation des Modulare Alterssimulationsanzugs eXtra (MAX).
- Statistisches Bundesamt (2016) Statistisches Jahrbuch 2016, 13 Arbeitsmarkt.
- Zijlstra FRH (1993) Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools.

Danksagung: Die vorliegende Arbeit fand in Zusammenarbeit der beiden Projekte „Tech4Age“ (FKZ: 16SV7111) und „SozioTex“ (FKZ: 16SV7113) statt, die mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom VDI/VDE-IT als Projektträger betreut werden.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de