

VR in der Arbeitsplatzgestaltung: Im Sinne der Nutzenden? – Ein Erhebungsinstrument zur Technikakzeptanz

André BRANDEWIEDE^{1,2}, Lea DINGLER¹, Nico KMIĘCIAK¹, Lina KLUY¹,
Katharina KOCH¹, Christoph M. ABELS¹

¹ *Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft, Technische Universität Berlin
Marchstraße 23, D-10587 Berlin*

² *Konzern Industrial Engineering, Volkswagen Aktiengesellschaft
Berliner Ring 2, D-38436 Wolfsburg*

Kurzfassung: Automobilhersteller nutzen Virtual Reality (VR) zunehmend dazu, Planungs- und Entwicklungsprozesse in die virtuelle Realität zu überführen und damit Effizienzsteigerungen zu erzielen. Das entwickelte Instrument erfasst die Akzeptanz von VR-Systemen aus Sicht potentieller Nutzer*innen und treibt somit das Verständnis dieses Forschungsbereiches weiter voran. Das Messinstrument basiert auf einer Synthese mehrerer Akzeptanzmodelle (z.B. UTAUT, VR-HAM, TUI). Der Fragebogen (AS-PVR) umfasst 32 Items und erhebt sechs Faktoren (z.B. Neugierde, Aufwandserwartung, sozialer Einfluss). Damit liegt erstmals ein validiertes Messinstrument zur prospektiven Erhebung der Akzeptanz von VR-Technologie in der industriellen Arbeitsplatzgestaltung vor.

Schlüsselwörter: Produktionsprozessplanung, Arbeitsplatzgestaltung, Virtual Reality, Akzeptanzmessung

1. Motivation

Die digitale Transformation stellt die Automobilhersteller vor einen grundlegenden Wandel, da neben den Produkten auch interne Prozesse zum Gegenstand der Veränderung werden (Dillerup et al., 2019). Ungeachtet dieser Herausforderungen entstehen Chancen, die internen Prozesse effizienter und effektiver zu gestalten. So wird zum Beispiel der Arbeitsplatzgestaltung, als zentrales Element von Planungsprozessen in der Produktion, ein großes finanzielles und zeitliches Optimierungspotenzial zugeschrieben. Bislang werden teure Prototypen zukünftiger Fahrzeugmodelle benötigt, um alle notwendigen Personengruppen in den Planungsprozess und die damit einhergehenden Workshops einbinden zu können. Diese Prototypen entsprechen zum Zeitpunkt dieser Workshops, wegen ihrer stetigen Weiterentwicklung, häufig einem veralteten Entwicklungsstand und erschweren somit die optimale Gestaltung des Arbeitsplatzes.

Technologien wie Virtual Reality (VR) bieten, unter großer Kosten- und Zeiteinsparung und getrieben durch die Digitalisierung, das Potential die Schwachstellen des klassischen Planungsprozesses zu umgehen (Dörner et al., 2013). Um dieses Potential ganzheitlich nutzbar machen zu können, ist das zielorientierte Aufsetzen eines Implementierungsprozesses von zentraler Bedeutung. Dafür ist es unabdingbar, die Akzeptanz der VR-Technologie zu erfassen und somit die Partizipation der Nutzer*innen zu gewährleisten. Ziel dieser Studie ist es, ein Erhebungsinstrument zur Technikakzeptanz bezogen auf VR-Systeme im Kontext der Prozessplanung zu entwickeln und zu validieren.

2. Theoretische Grundlagen der Technikakzeptanz

Bereits existierende Akzeptanzmodelle und Instrumente können den vorliegenden Anwendungsfall in seiner Komplexität zwar nicht abbilden, jedoch als validierte Grundlage zur Entwicklung eines Instruments für diesen herangezogen werden.

Als grundlegendes Konzept bietet die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT; Venkatesh et al., 2003) ein breites Fundament, da sie acht bis dahin konkurrierende Modelle zur Nutzer*innen-Akzeptanz von Informationstechnologien vereinheitlicht. Großen Einfluss hat dabei eines der meistzitierten Technologieakzeptanzmodelle: das Technology Acceptance Model (TAM) von Davis (1985; Williams et al., 2015).

Weitere für den Forschungsgegenstand relevante Modelle sind das Virtual Reality Hardware Acceptance Model (VR-HAM; Manis & Choi, 2018) sowie das Technology Usage Inventory (TUI; Kothgassner et al., 2013). Das VR-HAM baut zum Großteil auf dem schon in der UTAUT eingeflossenen TAM auf, die Items sind jedoch spezifisch auf VR-Technologien ausgelegt und Konstrukte wie u.a. Neugier und Einstellung gegenüber VR wurden zusätzlich ergänzt. Das TUI erlaubt, den Fokus der Evaluation von Technikakzeptanz auf die Anwender*innen zu legen und wurde speziell für Systeme wie virtuelle Simulationen entwickelt (Kothgassner et al., 2013). Das Modell wurde ebenfalls von bereits existierenden Modellen wie dem TAM abgeleitet.

3. Methode

Das Ziel des zu entwickelten Fragebogens ist die Erhebung der Mitarbeiter*innen-Akzeptanz gegenüber der Anwendung von VR-Technologie im Produktionsplanungsprozess sowie die Identifikation ihrer Wünsche und Bedenken. Das Instrument soll dabei sowohl in Querschnitt-, als auch in Längsschnittstudien verwendbar sein.

3.1 Entwicklung des Messinstruments

Die Entwicklung des Frageinstrumentes orientiert sich an den erwähnten Instrumenten zur Erhebung der Akzeptanz und integriert die Faktorstrukturen und Operationalisierungen dieser. Im ersten Schritt wurde eine Konstrukt- und Itemübersicht der UTAUT (Peris & Nüttgens, 2011; Venkatesh, 2003), des VR-HAM und des TUI erstellt. Anschließend wurden diejenigen Konstrukte entfernt, die für den neuen Fragebogen anhand von Exklusionskriterien als irrelevant bewertet wurden. Durch die Transparenz der Modelle ließen sich Faktoren mit unterschiedlicher Benennung und gleicher Operationalisierung zusammenfassen. Dabei wurde jeweils einer der Namen übernommen oder ein neuer Begriff gewählt. Items, welche die gleiche Erkenntnis liefern, wurden als redundant eingestuft und eliminiert. In diesem Fall wurde nach Güte der Operationalisierung entschieden, welche der Itemformulierungen bestehen bleiben. Items, die inhaltlich für den Kontext irrelevant sind, wurden ebenfalls eliminiert.

Der zu analysierende Fragebogen erhebt neun Konstrukte mit insgesamt 39 Items, die auf einer siebenstufigen Likert-Skala zu beantworten sind. Das Instrument beinhaltet darüber hinaus zwei offene Fragen. Die Konstrukte *Neugier* (cur_01-07) und *Ängstlichkeit* (anx_01-07) wurden aus dem TUI übernommen. *Wahrgenommene Freude* (hap_01-03), *Nutzungsintention* (int_01-02) sowie die *Einstellung gegenüber der Nutzung von VR* wurden aus dem VR-HAM übernommen. Die *Einstellung gegenüber VR*

ist nicht systemspezifisch und wird mit einem semantischen Differential (5 Items) erhoben, das ebenfalls auf dem VR-HAM basiert.

Mit der *Leistungserwartung an das System* (per_01-05), der *Aufwandserwartung* (eff_01-07), dem *Sozialen Einfluss* (soc_01-04) sowie den *Erleichternden Bedingungen* (con_01-03) wurden die vier zentralen Konstrukte der UTAUT übernommen und durch Items aus den anderen Instrumenten ergänzt. Die Items wurden aus dem Englischen in die deutsche Sprache übersetzt. Dies trifft nicht für die beiden offenen Fragen zu, welche neu konstruiert wurden.

Das Instrument enthält zusätzlich einleitend ein Szenario, gefolgt von einer Instruktion der Befragten. Das Szenario beschreibt die Rolle, in die sich die Person hineinversetzen soll und bezieht sich dabei vor allem auf die zu erfüllenden Aufgaben während eines Planungsworkshops sowie die Funktionalitäten der VR-Technologie. Die demographischen Daten (wie Alter, Geschlecht, Berufsgruppe) sowie das Level der bisherigen Erfahrung mit der VR-Technologie werden am Ende des Fragebogens erhoben, um Verzerrungen durch eine rollenkonforme Beantwortung zu vermeiden (Giles & Feild, 1978).

3.2 Durchführung

Die Daten wurden mittels eines Online-Fragebogens über EvaSys (Electric Paper Evaluationssysteme GmbH) erhoben. Über die Abteilungskennung konnten alle Abteilungen und deren Mitarbeiter*innen, die Teil der Produktionsprozessplanung sind, identifiziert werden. Befragt wurden insgesamt sechs deutsche Standorte der Marke Volkswagen. Die Stichprobe wurde von der zuständigen Personalverantwortlichen mit Hilfe der Software SAP (SAP SE) gezogen. Anschließend wurde der Link zur Online-Befragung per E-Mail an 500 VW-Mitarbeiter*innen gesendet. Alle Teilnehmer*innen haben den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Die Bearbeitungszeit lag bei ca. 15 Minuten. Die Teilnehmenden erklärten sich zuvor mit der Erhebung der Daten und deren Anonymisierung einverstanden.

3.3 Analysemethode/ Statistisches Verfahren

Im Rahmen der Validierung wurden die Items des Fragebogens zunächst deskriptiv-statistisch evaluiert. Hierfür wurden die Mittelwerte M und die Standardabweichungen SD der jeweiligen Items berechnet. Der Schwierigkeitsindex P_i wird genutzt, um anzugeben, in welchem Umfang ein Item geeignet ist, Merkmalsdifferenzen zwischen Proband*innen aufzudecken (Ferguson, 1941). Eine optimale Schwierigkeit sollte bei $P = 50$ liegen. Im Anschluss wurde eine explorative Faktorenanalyse durchgeführt, um die aus den zugrundeliegenden Skalen angenommenen Dimensionen gegebenenfalls zu reduzieren. Als Schätzung der Reliabilität wurde die interne Konsistenz (Cronbach's alpha) berechnet. Mithilfe der Trennschärfe r_{it} wurde der korrelative Zusammenhang zwischen den Itemwerten und den Skalenwerten der Befragten über die jeweils gesamte Skala ermittelt. Um die Trennschärfe nicht zu überschätzen, wurde die Korrelation des Items mit sich selbst (Item-Überlappung) gemäß der Empfehlung nach Cureton (1966) korrigiert.

3.4 Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus 124 Mitarbeiter*innen der Volkswagen AG (81% männlich, 18% weiblich, 1% divers). Ihre Altersverteilung kann Tabelle 1 entnommen werden. Die Befragten weisen dabei tendenziell ein geringes bis mittleres Erfahrungsniveau im Bereich VR auf.

Tabelle 1: Altersgruppenverteilung der Fragebogenteilnehmer

Alter in Jahren	< 26	26-35	36-45	46-55	56-65	> 65	Keine Angabe
Anzahl	4	35	39	30	12	0	4

4. Ergebnisse

Die Berechnung des Schwierigkeitsindex zeigt auf, dass *anx_04* ($P=20$) und *anx_07* ($P=16$) eine zu hohe Schwierigkeit (Ferguson, 1941) aufweisen und deswegen aus dem Fragebogen entfernt und folgende Analysen ohne diese durchgeführt wurden. Die weiteren Itemschwierigkeiten liegen nach Ferguson (1941) im Normbereich zwischen $P=20$ und $P=80$ mit einer Häufung von Items die eine Schwierigkeit zwischen $P=40$ und $P=70$ aufweisen.

Die Grundvoraussetzung für eine Explorative Faktoranalyse (EFA) ist durch einen exzellenten Kaiser-Meyer-Olkin-Faktor von .87 über den Gesamttest sowie über die meisten Einzelitems belegt (Kaiser, 1974). Die EFA selbst zeigt 6 Faktoren. Die zugehörigen Itemladungen können Tabelle 2 entnommen werden.

Die Ladungen der Items zeigen, dass *con_3* und *soc_3* auf keinen der Faktoren auf einem Niveau von .3 (Field, 2013) laden und somit keiner der faktorbasierten Skalen zugeordnet werden können. Daher wurden auch diese aus dem Fragebogen entfernt. Die Items, *int_01* (.396) und *int_02* (.49) laden nur gering auf jeweils unterschiedliche Skalen und bilden keine gemeinsame Skala. Eine Analyse der Reliabilität zeigt, dass die Skalen jeweils eine höhere Güte ohne die Items erreichen. Das Cronbach's alpha der Skala *sozialer Einfluss* steigt von .83 auf .87 durch die Entfernung von *int_1* und das Cronbach's alpha der Skala *Neugierde* von .86 auf .89 ohne *int_2*. Die Items *con_01* und *con_02* bilden keine eigene Skala, weshalb *Erleichternde Bedingungen* als Konstrukt entfällt.

Zusätzlich wurde auch eine Analyse der Trennschärfen der Items durchgeführt. Diese bewegen sich insgesamt zwischen $rit = .50$ und $rit = .90$. Die exakten Werte können am Beispiel der Items der Skala Aufwandserwartung der Tabelle 2 entnommen werden.¹

¹ Eine detaillierte Aufschlüsselung der Items aller Skalen kann bei den Autoren angefragt werden.

Tabelle 2: Itemübersicht der Skala Aufwandserwartung (effort) mit zugehörigem Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) sowie Schwierigkeit (P) und Trennschärfe (rit).

Item	Code	M	SD	n	P	rit
Meine Interaktionsmöglichkeiten mit dem VR-System wären klar und verständlich.	eff_01	3,6	2,2	124	43	.71
Es wäre leicht für mich, die Bedienung des VR-Systems zu erlernen.	eff_02	5,0	1,7	124	66	.69
Ich finde, das VR-System wäre einfach zu nutzen.	eff_03	4,0	2,1	124	50	.84
Ich glaube, es wäre einfach, das VR-System so zu nutzen, dass es tut, was ich will.	eff_04	3,9	1,9	124	48	.58
Ich glaube, das VR-System zu nutzen, wäre klar und verständlich.	eff_05	4,5	1,8	124	58	.75
Ich denke, ich könnte flexibel mit dem VR-System interagieren.	eff_06	4,4	1,8	124	56	.72
Es wäre leicht für mich, geschickt im Umgang mit dem VR-System zu werden.	eff_07	4,7	1,9	124	61	.82
Ich habe die notwendigen Fertigkeiten, um das VR-System zu nutzen.	con_01	4,0	2	124	49	.75
Ich habe das notwendige Wissen, um das VR-System zu nutzen.	con_02	3,6	2,0	124	43	.81
Ich glaube, ich würde es genießen, das VR-System zu nutzen.	hap_01	4,3	2,0	124	56	.64

Die verbleibenden sechs Skalen erfassen den *sozialen Einfluss*, die *Leistungserwartung*, die *wahrgenommene Freude*, die *Aufwandserwartung*, die *Neugierde* und die *Ängstlichkeit*. Die Cronbach's alpha Werte der Skalen bewegt sich zwischen .79 und .92. Die Skalen und ihre Reliabilität sowie ihre Itemzahl können Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Skalenübersicht mit Cronbach's alpha der Skalen und Anzahl ihrer Items.

Skala	Cronbachs alpha - standardisiert	Anzahl Items
Neugierde	.89	6
Leistungserwartung an das System	.92	7
Aufwandserwartung	.92	10
Sozialer Einfluss	.87	2
Wahrgenommene Freude	.85	2
Ängstlichkeit	.79	5

5. Diskussion

Bisher wurde noch kein Fragebogen für den spezifischen Anwendungsfall der prospektiven Erhebung der Akzeptanz von VR Technologien in der Arbeitsplatzplanung entwickelt. Diese Lücke kann der hier konstruierte und überprüfte Fragebogen (*Akzeptanzskala für Planung in VR, AS-PVR*) schließen: Die Akzeptanz von VR-Technologien im Organisationskontext, ohne dass diese physisch erlebbar sein müssen, kann reliabel und valide erfasst werden.

Durch die auf allgemeinen und weithin verbreiteten Akzeptanztheorien und Erhebungsmethoden basierende Entwicklung weist der Fragebogen eine starke theoretische Fundierung auf. Mit 32 Items ist ein in der Anwendung ökonomischer Fragebogen entstanden, welcher die Akzeptanz auf sechs Faktoren erhebt.

Die Kennzahlen zu Schwierigkeit, Varianz und Schiefe sind zufriedenstellend. Nicht befriedigende Items wurden nicht in die finale Version des Fragebogens übernommen. Die Reliabilität der Skalen ist insgesamt als sehr gut zu bewerten (George & Mallery, 2003). Die Repräsentativität der Stichprobe ist im Kontext der Arbeitsplatzplanung im Automobilbau als gegeben anzusehen. Fraglich sind jedoch Repräsentativität sowie Passung des Szenarios bei der Nutzung des Fragebogens in einem anderen Kontext bzw. einer anderen Industrie. Deswegen besteht Bedarf für eine erneute Validierung an einer heterogeneren Stichprobe. Des Weiteren sollten in einem nächsten Schritt die Kriteriums- und Konstruktvalidität betrachtet werden.

Der praktische Einsatz des Fragebogens im Rahmen der Einführung neuer VR-Technologien verlangt außerdem die Einbeziehung begleitender organisationaler Maßnahmen und die Beachtung der Systemspezifikationen, um die Akzeptanz der Mitarbeiter*innen sicherzustellen. Das Messinstrument ist zudem dafür geeignet, bereits entwickelte Systeme auf ihre Akzeptanz zu testen. Das beschriebene Szenario könnte in dem Fall durch einen realen Test ersetzt werden. Dabei ist die zusätzliche Erhebung des Immersion-Empfindens empfehlenswert (Manis & Choi, 2018).

6. Literatur

- Cureton, E.E. (1966). Corrected item-test correlations. *Psychometrika*, 31(1), 93-96.
- Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Dillerup, R., Witzemann, T., Schacht, S., & Schaller, L. (2019). Planung im digitalen Zeitalter. *Controlling & Management Review*, 63(3), 46-53.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (2013). *Virtual und Augmented Reality. Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Berlin: Springer.
- Ferguson, G. A. (1941). The factorial interpretation of test difficulty. *Psychometrika*, 6(5), 323-329.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. sage.
- George, D., & Mallery P. (2003). *SPSS for Windows step by step: a simple guide and reference*. 11.0 Update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Giles, W. F., & Feild, H. S. (1978). Effects of amount, format, and location of demographic information on questionnaire return rate and response bias of sensitive and nonsensitive items. *Personnel Psychology*, 31(3), 549-559.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Kothgassner, O.D., Felnhofer, A., Hauk, N., Kastenhofer, E., Gomm, J. & Kryspin-Exner, I. (2013). *TUI Technology Usage Inventory. Fragebogen und Manual*. Vienna: FFG.
- Manis, K., & Choi, D. (2018). The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware. *Journal of Business Research*, 100, 503-513.
- Peris, M., Nüttgens, M. (2011). Anwendung der Unified Theory of Acceptance an Use of Technology zur Akzeptanzbestimmung von Web 2.0-Anwendungen in KMU-Netzwerken. 6th Conference on Professional Knowledge Management: From Knowledge to Action, 21-23. Innsbruck.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., & Davis, F. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Williams, M. D., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2015). The unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT): A literature review. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(3), 443-448. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2014-0088>



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

GfA-Press

Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2020
ISBN 978-3-936804-27-0

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,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

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

Screen design und Umsetzung

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de