ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Vogel, Jannis; Schuir, Julian; Thomas, Oliver; Teuteberg, Frank

Article — Published Version

Gestaltung und Erprobung einer Virtual-Reality-Anwendung zur Unterstützung des Prototypings in Design-Thinking-Prozessen

HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik

Provided in Cooperation with:
Springer Nature

Suggested Citation: Vogel, Jannis; Schuir, Julian; Thomas, Oliver; Teuteberg, Frank (2020) : Gestaltung und Erprobung einer Virtual-Reality-Anwendung zur Unterstützung des Prototypings in Design-Thinking-Prozessen, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, ISSN 2198-2775, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, Vol. 57, Iss. 3, pp. 432-450, https://doi.org/10.1365/s40702-020-00608-9

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/288961

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

HMD (2020) 57:432–450
https://doi.org/10.1365/s40702-020-00608-9

SCHWERPUNKT

Gestaltung und Erprobung einer Virtual-Reality-Anwendung zur Unterstützung des Prototypings in Design-Thinking-Prozessen

Jannis Vogel · Julian Schuir · Oliver Thomas · Frank Teuteberg

Eingegangen: 16. Dezember 2019 / Angenommen: 10. März 2020 / Online publiziert: 26. März 2020
© Der/die Autor(en) 2020

Zusammenfassung Um in zunehmend komplexen und wettbewerbsintensiven Märkten konkurrenzfähig bleiben zu können, muss die Innovationskraft eines Unternehmens sichergestellt werden. Dabei kommt dem Menschen und seiner Kreativität eine zentrale Rolle zu. Design Thinking bietet ein Methodenspektrum, um die Kreativität von Einzelnen in einem gruppendynamischen, benutzerzentrierten Prozess in Innovationen zu überführen. Es kommen insbesondere spielerische Ansätze zur Kreativitätsförderung zum Einsatz, zu denen beispielsweise das Lego-Prototyping gehört. Digitale Unterstützungswerkzeuge sind bisher selten, obwohl sowohl Forschung als auch Praxis die virtuelle Realität aufgrund ihres immersiven Charakters zunehmend als ein Kreativitätsmedium betrachten. Im vorliegenden Beitrag wird daher eine Virtual-Reality-Anwendung zur Unterstützung des Prototypings in Design-Thinking-Prozessen als ein Proof of Concept vorgestellt und im Rahmen einer Case-Study evaluiert. Im Ergebnis resultiert eine Virtual-Reality-Umgebung, die einen positiven Effekt auf das Design-Thinking-Prototyping hinsichtlich der Kreativitätsförderung, der Effizienz und der Intuition hat. Hervorgehend aus den Evaluationsergebnissen entstehen Ansätze für eine folgende Iteration sowie Hand-

J. Vogel (✉) · O. Thomas
Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, Universität Osnabrück, Osnabrück, Deutschland
E-Mail: jannis.vogel@uni-osnabrueck.de

O. Thomas
E-Mail: oliver.thomas@uni-osnabrueck.de

J. Schuir · F. Teuteberg
Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, Universität Osnabrück, Osnabrück, Deutschland

J. Schuir
E-Mail: julian.schuir@uni-osnabrueck.de

F. Teuteberg
E-Mail: frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

lungsempfehlungen für die Gestaltung und den Einsatz unternehmensbezogener VR-Anwendungen. Perspektivisch gesehen eröffnen VR-Anwendungen neue Potenziale zur Gestaltung von digitalisierten Arbeitswelten.

Schlüsselwörter Virtual Reality · Design Thinking · Prototyping · Nutzerzentrierte Gestaltung

Design and Experimentation of a Virtual Reality Application to Support Prototyping in Design Thinking Processes

Abstract In order to remain competitive in increasingly complex and competitive markets, the innovative strength of companies must be ensured. In this context, the human itself and his creativity play a central role. Design Thinking forms a framework for transforming the creativity of individuals into innovations within a dynamic, user-centered process. Playful approaches to promoting creativity, such as Lego prototyping, are used. Although both research and practice increasingly see virtual reality as a medium of creativity due to its immersive character, digital support tools are so far rare. Therefore, this paper presents a virtual reality application as a first proof of concept to support prototyping in design thinking processes. The results of a case study show that the virtual reality environment has a positive effect on design thinking prototyping in terms of creativity, efficiency and intuition. Based on the evaluation results, suggestions for a following iteration as well as recommendations for the design and use of enterprise VR applications are derived. In the long term, virtual reality applications open new potentials for the design of digitised working environments.

Keywords Virtual Reality · Design Thinking · Prototyping · User-Centered-Design

1 Virtual Reality als Kreativitätsmedium

Im Rahmen der zunehmenden Globalisierung, der Intensivierung des Wettbewerbs sowie der digitalen Transformation wird es für Unternehmen immer bedeutsamer, wandlungsfähig zu sein und Innovationen einzuführen. Andernfalls besteht die Gefahr der Wettbewerbsverdrängung, wie das Beispiel Kodak eindrucksvoll manifestierte (Lucas und Goh 2009). Um innovative Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu gestalten, setzen Unternehmen verstärkt auf kollaborative Kreativitäts- und Workshop-Methoden. Besonders Design Thinking (DT) etabliert sich als populäre Methode zur Kreativitätsförderung in der Praxis. Einer XING-Befragung zufolge zählt DT neben agilen Ansätzen zu den wichtigsten Arbeitsmethoden der neuen Arbeitswelt (XING und Accenture 2019). Renommierte Unternehmen, wie z. B. SAP und Google, setzen diesen Ansatz bereits zur Kreativitätsförderung ein und entwickeln digitale, mitunter disruptive Innovationen. Als Innovationen gelten im Rahmen von DT diejenigen technischen Neuerungen, die eine Schnittmenge aus Wirtschaftlichkeit, Realisierbarkeit und Zweckmäßigkeit aus Benutzersicht kombinieren (Vaishnavi und Kuechler 2015).

In der Praxis existieren bereits viele verschiedene Vorgehensmodelle von DT-Prozessen, welche Teams systematisch durch den Kreativitätsprozess führen (Hofer et al. 2019). Im deutschsprachigen Raum wird insbesondere auf die vom Hasso-Plattner-Institut (HPI) Potsdam vorgeschlagene Vorgehensweise zurückgegriffen (Schallmo 2017). Sie ist gekennzeichnet durch die sechs Phasen *Verstehen, Beobachten, Standpunkt definieren, Ideen entwickeln, Prototypenbau* und *Testen*. Geprägt ist das Vorgehen von einem benutzerzentrierten Fokus in interdisziplinären Teams, in dem zahlreiche Kreativitätstechniken zum Einsatz kommen (Hasso-Plattner-Institut 2019).

Im Prototypenbau werden bspw. spielerische und haptische Ansätze (Basteln, Zeichnen oder die Lego-Serious-Play-Methode) verfolgt, um den Austausch in interdisziplinären Gruppen zu fördern und Ideen konkret in einem kreativen Umfeld darzustellen (Kristiansen und Rasmussen 2014; Wickert 2017). Digitale Werkzeuge zur Unterstützung dieser Prozesse stellen bislang eine Seltenheit dar. Dabei wird insbesondere die virtuelle Realität (engl. Virtual Reality, kurz VR) in Wissenschaft und Praxis zunehmend als ein Kreativitätsmedium betrachtet (Alahuhta et al. 2014; Yang et al. 2018; Graessler und Taplick 2019). Die immersive Technologie bietet eine Reihe von kreativitätsfördernden Merkmalen, zu denen im Vergleich zu analogen Medien u. a. ein erhöhter Erlebnis- und Aktivierungsgehalt, eine hohe Interaktivität sowie ein unbegrenzter Modellierungsraum gehören. Erste Untersuchungen haben die Potentiale dieser Technologie für Kreativitätsprozesse bekräftigt (Janßen et al. 2016; Thornhill-Miller und Dupont 2016; Fromm et al. 2020). Ziel des vorliegenden Beitrages ist daher die Exploration der folgenden Forschungsfrage (FF):

FF: Wie sollte eine Virtual-Reality-Anwendung gestaltet werden, um im Rahmen von Design-Thinking-Prototypingprozessen eine Kreativitätsförderung zu ermöglichen?

Vor diesem Hintergrund stellt der vorliegende Beitrag eine Virtual-Reality-Anwendung zur Unterstützung von menschlicher Kreativitätsprozessen dar. Aktuelle Ansätze und Methoden im Bereich Design Thinking werden hierfür zunächst vorgestellt und in die virtuelle Welt übertragen. Die technische Realisierung mündet in einer VR-Anwendung für die im Mai 2019 erschienene Oculus Quest, welche als ein erster Proof of Concept dient. Die Ergebnisse einer Evaluation mit 18 Probanden zeigen, dass Ideen in der virtuellen Realität generiert, externalisiert und über die virtuelle Simulation kommuniziert werden können. Der Prototyp ermöglicht Unternehmen, Ideen effektiver zu erschließen.

2 Design Thinking als Kreativitätsmethode

2.1 Hintergrund und Prinzipien

Design Thinking (DT) versteht sich als systematische Vorgehensweise zur Lösung komplexer und alltäglicher Problemstellungen. Es überführt die zunehmende Problemkomplexität aus dem Alltag unter Berücksichtigung der Benutzerbedürfnisse in einen zielgerichteten, kreativen Gestaltungsprozess (Grots und Pratschke 2009;

Chasanidou et al. 2015). Dem Vorgehen liegen insbesondere drei Prinzipien zugrunde:

- **Multidisziplinäre Teams:** Im Rahmen von DT steht die kreative Gesamtleistung eines interdisziplinären Teams im Vordergrund. Die Teams bestehen aus Teilnehmern verschiedener Disziplinen und Hierarchieebenen (Schallmo 2017). So können verschiedene Blickwinkel und Erfahrungen in den Kreativitätsprozess eingebracht werden. Die aktive und erfolgreiche Beteiligung erfordert ein spezifisches Mindset, zu dem insbesondere Offenheit gehört. Daneben zählen Empathie, kompromissbereites und positives Denken, Kollaborationsfähigkeit und Experimentierfreude zu den wichtigsten Eigenschaften (Hilbrecht und Kempkens 2013).
- **Raumkonzept:** Zur Förderung der Ideengenerierung finden die Workshops in einem kreativen Umfeld statt. Dafür werden die Räume gruppenspezifisch aufgeteilt und mit den Inhalten einer sog. Design-Thinking-Box ausgestattet. Hierzu gehören bspw. Haftnotizen zur gemeinsamen Ideensammlung- und Visualisierung an Metaplanwänden sowie Bastelzubehör (Papier, Scheren, Kleber) und Legosteine. Letztere dienen dem schnellen Prototypenbau (Grots und Pratschke 2009).
- **Iterativer Prozess:** DT schlägt einen sechsteiligen Prozess (vgl. Abschn. 2.2) vor, der das Vorgehen systematisiert (Hilbrecht und Kempkens 2013). Es sind jedoch Iterationen möglich und vorgesehen, die den Teams erlauben, gleichzeitig verschiedene Lösungsansätze zu entwickeln und als erste Prototypen zu testen, um Feedback und Inspirationen für neue Konzepte zu erhalten (Brown und Katz 2011). Geführt werden die Teams häufig von einem Moderator, der für die Vermittlung der einzelnen Techniken sowie deren korrekte Ausführung verantwortlich ist (Hasso-Plattner-Institut 2019).

2.2 Ablauf eines Design-Thinking-Prozesses

Der Ablauf eines DT-Workshops gliedert sich in die sechs Phasen *Verstehen, Beobachten, Synthese, Ideengenerierung, Prototypenbau* und *Testen*. Nachfolgend wird der idealtypische Ablauf erläutert, der in Abb. 1 dargestellt ist.

Verstehen: Die Inspirationsquelle eines DT-Prozesses bilden die Bedürfnisse des Menschen. Zu Beginn gilt es daher, ein fundiertes Verständnis für die Problemstellung, die Zielgruppe und ihr Umfeld zu gewinnen. Aus diesem Grund nimmt die Planung und Durchführung von Rechercheaktivitäten eine essenzielle Bedeutung in der ersten Phase des DT-Prozesses ein. Als Ergebnis der initialen Phase existiert innerhalb der Gruppe ein gemeinsamer Konsens bezüglich der Problemstellung.

Beobachten: Da DT von einem benutzerzentrierten Fokus geprägt ist, folgt in der zweiten Phase die Durchführung von Rechercheaktivitäten im Problemkontext. Hierzu dienen insbesondere qualitative Erhebungsmethoden, mit denen Nutzungskontexte, Ziele und Hintergründe der Benutzer untersucht werden. Die Beobachtungsphase mündet in einer ersten Ergebnisvisualisierung.

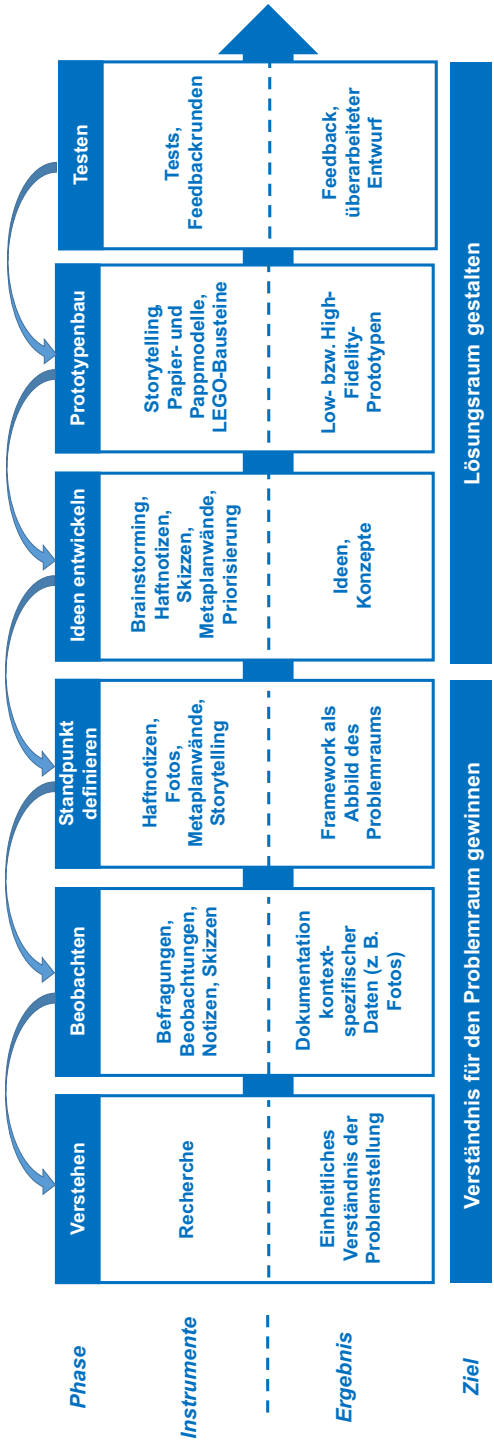


Abb. 1 Design-Thinking-Prozessmodell nach Hasso-Plattner-Institut (2019)

Standpunkt definieren: Auf Basis der gesammelten Informationen erfolgt in der dritten Phase die erste Synthese. Es werden die Eindrücke der Beobachtungsphase mit den Gruppenmitgliedern durch Storytelling geteilt und interpretiert. Anschließend werden die Resultate gemeinsam in der Gruppe mithilfe von Personas, die dem Standpunkt der Zielgruppe entsprechen, schematisiert. Damit ist die Eingrenzung des Problemraums abgeschlossen und es folgt die Gestaltung des Lösungsraums.

Ideen entwickeln: Zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen werden anhand von verschiedenen Brainstormingtechniken Ideen entwickelt, gesammelt und geclustert. Hierbei kommen insbesondere Visualisierungen in Form von Skizzen zum Einsatz, die eine effiziente Lösungskommunikation ermöglichen. Die Ideen werden abschließend hinsichtlich der Nützlichkeit und des Innovationsgrads aus der Perspektive des zuvor erarbeiteten Standpunktes priorisiert.

Prototypenbau: Die gemeinsam ausgewählten, priorisierten Problemlösungen werden im Prototyping schnell und iterativ umgesetzt. Da sich DT nicht ausschließlich auf haptische Produkte beschränkt, sondern auch für die Entwicklung innovativer Dienstleistungen oder Geschäftsmodelle bestimmt ist, können die Prototypen in verschiedenen Formen erarbeitet werden: Es eignen sich bspw. Storytelling- und Rollenspielmethoden, um die Interaktion zwischen Mensch und nicht-haptischen Innovation darzustellen. Haptische Ideen hingegen lassen sich besonders mit den Werkzeugen einer DT-Toolbox, z. B. Pappe, Legosteinen und Knete als sog. Low-Fidelity-Prototypen umsetzen. Die entstehenden Prototypen dienen nicht gänzlich der Ideenvalidierung, sondern können als Inspiration für weitere Entwicklungszyklen betrachtet werden.

Testen: In der Testphase werden die Prototypen in Gesprächen mit Menschen aus der Zielgruppe, wie z. B. Kunden, evaluiert. Die zuvor entwickelten Artefakte werden dafür zunächst den Befragten vorgestellt. Ziel ist es, die abstrakten Prototypen durch das Einholen von Feedback zu verfeinern oder ihre Problemlösungsfähigkeit gegen weitere Alternativen abzuwägen (Grots und Pratschke 2009; Hasso-Plattner-Institut 2019).

2.3 Ansätze zur Virtualisierung des Prototypings in Design-Thinking-Prozessen

Bisherige Forschungsarbeiten identifizierten Herausforderungen bei der *Erstellung* und *Kommunikation* von *Prototypen* sowie der *Dokumentation* von DT-Projekten. So stellt die *Prototypenerstellung* unter Zuhilfenahme der DT-Toolbox bspw. für Erstbenutzer häufig eine Überforderung dar. Zudem kann der soziale Druck innerhalb von DT-Gruppen die kreative Leistungsfähigkeit beeinträchtigen (Carlgren et al. 2016). Im Hinblick auf die Präsentation der erarbeiteten Prototypen ist es problematisch, dass sich Mitglieder der Zielgruppe häufig nicht am selben Ort wie das DT-Team befinden (Schallmo 2017). Schließlich wurden die hohen Dokumentationsaufwendungen, die im Zuge der Erarbeitung verschiedener Lösungswege auftreten,

Tab. 1 Ergebnisse der Marktanalyse

Lösung	Kurzbeschreibung	Referenz
Virtuelle Schreib- und Zeichnungsapplikationen (2D-Artefakte)		
Board VR	Skizzen und Konzepte können im virtuellen Raum an einem Whiteboard von einzelnen Benutzern zweidimensional visualisiert werden	Oculus
GoPaint	Benutzer können im virtuellen Raum zweidimensionale Bilder malen und zur Kreativitätsförderung gleichzeitig die eigene Musik abspielen	Oculus
Think Space	Brainstorming-Sessions können auf Whiteboards im virtuellen Raum durchgeführt, gespeichert und als zweidimensionale Grafiken exportiert werden. Es können mehrere Benutzer gleichzeitig an einer Session teilnehmen. Die Anordnung des virtuellen Raumes kann durch die Nutzung selbst verändert werden	Viveport
Virtuelle Modellierungsapplikationen (3D-Artefakte)		
In.block	Spielerische Kreativitätsapplikation, in der Einzelbenutzer dreidimensionale Modelle gestalten. Charakterisierend ist die Modellierung in Bausteinen verschiedener Größen. Die Ergebnisse sind exportierbar	Oculus
InsiteVR	Kollaborative VR-Software, die zum gemeinsamen Begutachten von CAD-Modellen dient. Es können handschriftliche Ergänzungen vorgenommen werden	Oculus
Gravity Sketch	Single-User-Skizzierumgebung mit sechs verschiedenen Werkzeugen zur Erstellung von Freihandskizzen, detaillierten Modellen und weitläufigen Szenen. Es können zweidimensionale Bilder sowie dreidimensionale Objekte importiert werden. Ebenso ist der Export von dreidimensionalen Modellen möglich	Oculus, Viveport
Paint VR	Künstlerisch ausgelegte Applikation, die zum dreidimensionalen Malen und Zeichnen dient. Es kann lediglich ein Benutzer zur selben Zeit im virtuellen Raum agieren	Oculus
Sculptr VR	Kollaborative Applikationen, die auf das Gestalten spielerischer Skulpturen und Texturen ausgelegt ist	Oculus
ShapeLab	Immersive Bildhauer- und Modellierungsapplikation für Einzelbenutzer, welches über eine eigene 3D-Modell-Bibliothek verfügt	Oculus, Viveport
Sketchbox	Virtuelles Modellierungstool, mit dem verschiedene Benutzer gleichzeitig dreidimensionale Prototypen (z. B. von Gebäuden) gestalten, speichern und exportieren können. Zur Modellierung können Assets von Google Poly importiert werden	Oculus, Viveport
Tilt Brush	Mal- und Zeichnungstool, mit dem einzelne Benutzer dreidimensionale Zeichnungen im virtuellen Raum anfertigen können. Die Modelle können anschließend exportiert werden	Oculus, Viveport

im Rahmen vergangener DT-Projekte kritisiert und bereits durch die Entwicklung digitaler Dokumentationswerkzeuge adressiert (Hofer et al. 2019).

Spezifische virtuelle Ansätze zur Unterstützung von DT-Prozessen hingegen sind bislang nicht vorhanden. Dabei ermöglicht VR eine neue Form des Rapid-Prototypings, die bspw. in der Fabrik- und Arbeitsplatzgestaltung eingesetzt wird. Besonders im Vergleich zu papierbasierten Ansätzen können durch die erzeugte, realitätsnahe Immersion und die intuitiven Eingabemodalitäten Prototypen in virtuellen Welten effizient gestaltet werden. Benutzer profitieren außerdem von einem höheren Erlebnis- und Aktivierungsgehalt bedingt durch die Interaktivität der Technologie (Janßen et al. 2016). Ferner stellt die vereinfachte Möglichkeit zur Versionierung, Speiche-

rung und Externalisierung von Prototypen ohne Medienbrüche einen weiteren Vorteil dar (Jasnoch et al. 1995).

Zur Identifikation von Ansätzen für die Virtualisierung des Prototypings in DT-Prozessen wurde im Dezember 2019 eine Marktanalyse in den beiden renommiertesten digitalen Vertriebsplattformen für immersive Softwareangebote, dem Oculus Store (2019) sowie dem Viveport (2019), durchgeführt. Hierbei wurden Suchterme wie „Design“, „Kreativität“, „Prototyping“ in deutscher und englischer Sprache verwendet. Tab. 1 stellt die zum Gestaltungsvorhaben verwandten Applikationen dar. Es wird zwischen Schreib- und Zeichnungs- sowie Modellierungsapplikationen unterschieden. Erstere bieten primär Funktionalitäten zur händischen Anfertigung zweidimensionaler Skizzen (z. B. auf virtuellen Whiteboards), während Letztere die Modellierung dreidimensionaler Prototypen unterstützen.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Potential der virtuellen Realität zur Kreativitätsförderung auf dem Markt bereits durch einige Anbieter in einem anderen Kontext adressiert wird: Es wurden drei virtuelle Schreib- und Zeichnungsapplikationen zur Erzeugung zweidimensionaler Grafiken (bspw. Zeichnungen) in der Marktanalyse identifiziert. Die wohl bekannteste ist *Think Space*, in der mehrere Benutzer gleichzeitig an virtuellen Whiteboards zusammenarbeiten und dabei zwischen zwei verschiedenen Szenen, bspw. Wüste oder Strand, wählen können (Funly 2019). Aufgrund der zweidimensionalen Gestaltungsmöglichkeiten sind die Einsatzmöglichkeiten dieser Applikationen für DT-Prozesse allerdings begrenzt, indem sie das Modellieren von Prototypen nicht erlauben. Unter den acht Modellierungsapplikationen für dreidimensionale Artefakte existieren verschiedene Ansätze, die einerseits einen eindeutigen Unternehmensfokus haben (z. B. Insite VR, Sketchbox) und andererseits sehr spielerisch und somit konsumentenorientiert geprägt sind (z. B. in.block). Ein spezifisches DT-Tool wurde in der Marktanalyse nicht gefunden: Insbesondere die Möglichkeit zum gemeinsamen Prototyping mit den Werkzeugen einer DT-Toolbox im klassischen Raumkonzept (vgl. Kap. 2) ist nicht gegeben. Diese Lücke soll im nachfolgenden Kapitel durch die Vorstellung einer VR-Applikation für das Prototyping in DT-Prozessen geschlossen werden.

3 Konzeption und technische Implementierung

Mit der Veröffentlichung des Oculus Rift Developer Kits im Jahr 2014 waren erstmalig ergonomische und leistungsstarke Virtual-Reality-Headsets auf dem Endverbrauchermarkt verfügbar. Die als Head-Mounted-Displays (HMD) bezeichneten Brillen verfügen über spezifische Sensoren und stereoskopische Displays. Zur Interaktion innerhalb der virtuellen Welt dienen Controller. Bei HMD wird zwischen sog. Stand-Alone-Devices und stationären Systemen unterschieden. Letztere müssen zur Nutzung mit einem leistungsstarken Computer verbunden werden. Außerdem werden für das Raumtracking sog. Basisstationen verwendet, welche die Position des Nutzers mittels Infrarotsensoren erfassen. Stand-Alone-Devices hingegen verfügen über eine interne Recheneinheit sowie Roomscaling-Sensoren (z. B. Kameras, Näherungssensoren), die eine autarke Nutzung ermöglichen (Anthes et al. 2016). Im vorliegenden Beitrag wird mit der Oculus Quest ein solches Gerät herangezogen.

Das VR-Headset zeichnet sich durch die Touch-Controller, die Greifbewegungen an den Händen erfassen und in die virtuelle Welt übertragen können, aus. Diese Hardwareauswahl erschien aufgrund der Mobilität und der natürlichen Interaktion mit virtuellen Objekten im Vergleich zu anderen VR-Headsets überzeugend. Nach Graessler und Taplick (2019) muss eine kreativitätsfördernde VR-Applikation Funktionalitäten zum Einfügen von Objekten, Zeichnen auf Whiteboards und veränderbaren Räumen bieten (Graessler und Taplick 2019). Die Interaktionstechniken sollten intuitiv sein, wenn eine Gestaltung von realen Objekten im virtuellen Raum vorgesehen ist (Bowman et al. 2001). Aufgrund der Diversität der VR-Brillen und deren Konzepten in virtuellen Welten fehlt es bislang an generischen Gestaltungsprinzipien für VR-Anwendungen. Schjerlund et al. (2018) leiteten fünf Designprinzipien basierend auf zwei VR-Anwendungen her, die Raumtiefe, Interaktion sowie Beeinflussung des Geschehens in der VR-Welt umfassen (Schjerlund et al. 2018). Im Vorfeld der technischen Implementierung auf der Oculus Quest wurde unter Berücksichtigung dieser Anforderungen ein Grobkonzept der Applikation erarbeitet, das sich an den in Kap. 2 aufgezeigten DT-Prinzipien orientiert:

Multidisziplinäre Teams: Da sich die Gestaltung kollokationsbezogener[1] VR-Applikationen aufgrund technischer Limitationen derzeit als schwierig herausstellt, wurde folgendes Nutzungsszenario angenommen: Ein Benutzer trägt das HMD und übernimmt das operative Prototyping im virtuellen Raum, während die anderen Gruppenmitglieder das Prototyping über einen externen Bildschirm verfolgen und Vorschläge geben. Das HMD kann innerhalb der Gruppe getauscht werden, damit jedes Gruppenmitglied gestalten kann.

Raumkonzept: Zur Übertragung des DT-Raumkonzeptes in virtuelle Welten wurde zunächst eine Suche nach geeigneten Assets im Unity Asset Store[2] durchgeführt (Unity Technologies 2019). Ziel war es, virtuelle Werkzeuge mit denselben Funktionalitäten wie die Inhalte einer DT-Toolbox zu identifizieren. So wurden bspw. virtuelle Stifte, Whiteboards und Figuren, die unterschiedlichen soziodemografischen Stereotypen entsprechen, gefunden. Es wurden zudem skalierbare geometrische Objekte identifiziert, die eine flexible Modellierung ermöglichen. Analog dazu wurde auch nach geeigneter Einrichtung und Dekoration für das virtuelle Raumkonzept wie z. B. Fenstern gesucht, denen eine kreativitätsfördernde Wirkung unterstellt werden (Bhagwatwar et al. 2013).

Iterativer Prozess: Da die Prototypen im virtuellen Raum automatisiert dokumentiert werden, ist ihre Externalisierung vereinfacht möglich. Zur Verdeutlichung ihrer Funktionsweise im entsprechenden Nutzungskontext (z. B. durch Storytelling-Methoden) können die Figuren im DT-Raum herangezogen werden, mit denen Szena-

[1] Als kollokationsbezogene Applikationen gelten jegliche VR-Anwendungen, die es erlauben, verschiedene Benutzer, die sich im selben echten Raum befinden, gleichzeitig im selben virtuellen Raum darzustellen und ihre Interaktion zu unterstützen.

[2] Der Unity Asset Store verfügt über eine wachsende Bibliothek von kostenlosen und kommerziellen Assets, die sowohl von Unity Technologies als auch von seinen Mitgliedern erstellt wurde.

rien verbal beschrieben und veranschaulicht werden können. Dabei wurde beachtet, dass die Verwendung von dynamischen Personas im Raum einen positiven Effekt auf die Kreativitätsförderung hat und die Empathie bei den Teilnehmern gegenüber lediglich textuell beschriebenen Personas erhöht (Bonnardel und Pichot 2020).

Die technische Implementierung in Unity 3D wurde mit Hilfe des Virtual Reality Toolkit (VRTK)[3], welches unter der MIT Lizenz als freie Software zur Verfügung steht, realisiert. Das VRTK unterstützt gängige VR-Headsets und erleichtert mit der Bereitstellung sog. Prefabs (vorgefertigte Spielobjekte) und leicht anpassbarer Skripte, die bspw. für Interaktionen verwendet werden, die Realisierung von virtuellen Welten. Beispielsweise liefert das VRTK eine Teleportfunktion, womit sich Anwender im virtuellen Raum über längere Distanzen bewegen können. Weiterhin wird das Oculus Integration Paket für Unity[4] benötigt, um das Headset und die Controller der Oculus Quest ansprechen zu können. Nach der Realisierung der virtuellen Szene kann mittels Unity eine Android Package Datei erstellt werden, welche auf der Quest lauffähig und abrufbar ist. Die VR-Anwendung ist in Abb. 2 dargestellt.

Damit Benutzer individuelle Objekte in der virtuellen Welt kreieren können, stehen ihnen vier Grundformen in Form von Quadraten, Kugeln, Kapsel und Zylinder auf einem Wandboard in Griffhöhe zur Verfügung. Beim Herausgreifen eines Objektes wird automatisch ein Duplikat erzeugt, welches in allen dreidimensionalen Richtungen größer und kleiner skaliert werden kann, somit kann bspw. aus einem Quadrat

Abb. 2 Blick in das Design Thinking Virtual-Reality-Lab und die verschiedenen Bereiche

[3] https://www.vrtk.io/.

[4] https://developer.oculus.com/downloads/package/unity-integration/.

ein Rechteck modelliert werden. Eine Besonderheit ist, dass die Objekte keine physikalischen Eigenschaften besitzen, d. h. sie wirken schwebend nach dem Loslassen in der Luft. Während der Implementierung der VR-Anwendung wurde festgestellt, dass durch diese Realisierung keine weiteren Funktionalitäten zum Zusammenhalten der Objekte notwendig sind. Auf einem weiteren Wandboard befinden sich Personen mit minimalen Bewegungen, die Benutzer zur Darstellung von Personas verwenden können. Diese besitzen ebenfalls keine physikalischen Eigenschaften. Ein verfolgtes Gestaltungsziel der VR-Anwendung war die Vermeidung zweidimensionaler Benutzeroberflächen. Die Anwender sollen möglichst intuitiv und mit wenig wechselnden Tastaturbelegungen der Controller in der virtuellen Welt interagieren. Daher wurden die Änderung von Farben und das Löschen von duplizierten Objekten mit einem Pinsel und einem Mülleimer in der virtuellen Welt realisiert, sodass ausschließlich die Greiftaste zum „Streichen“ der Objekte und das Tragen der Objekte zum Mülleimer benötigt werden. Zwei platzierte Tische im Raum sowie Lichteffekte von der Decke dienen zur Verbesserung des Raumgefühls. An einem Whiteboard können Anwender zudem kurze Texte und Skizzen handschriftlich zeichnen. Blaue Kreise unter dem Whiteboard und den beiden Wandboards ermöglichen den Anwendern, sich zum idealen Punkt vor den Bereichen zu teleportieren.

4 Case-Study eines Design-Thinking-Workshops

4.1 Versuchsaufbau

Der vorgestellte Prototyp wird hinsichtlich seiner Eignung für das Prototyping in DT-Prozessen und zur Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten evaluiert. Dazu erhielten 18 Probanden (vgl. Stichprobenbeschreibung in Abschn. 4.2) anfangs eine Einführung in die konzeptionellen Grundlagen von DT. Anschließend wurden die Versuchsteilnehmer mit einer DT-Challenge konfrontiert, die in Gruppen bestehend aus drei Personen zu bearbeiten war. Im Fokus stand die Frage: „*Wie kann die Lebensqualität von älteren Personen im eigenen Zuhause durch den Einsatz von digitalen Technologien attraktiver gestaltet werden?*“. Es wurde simuliert, dass die ersten drei Phasen des DT-Prozesses bereits abgeschlossen waren, sodass die Versuchspersonen als Mitarbeiter eines fiktiven Smart-Home-Anbieters eine Persona erhielten, deren Standpunkt in der Lösungsgestaltung zu berücksichtigen war. Im Vorfeld des Prototypings wurden die Teilnehmer darum gebeten, zunächst zweiminütige, individuelle Brainstormings zur Ideengenerierung durchzuführen, um die Ideen anschließend acht Minuten gemeinsam zu diskutieren, zu priorisieren und innerhalb von 20 min einen Prototyp in VR zu modellieren. Dieser wurde schließlich dem Versuchsleiter mittels Storytelling vorgestellt. Die Experimente fanden Anfang Dezember 2019 statt und dauerten durchschnittlich 45 min. Eine Auswahl der entworfenen Prototypen in VR zzgl. der Prototyping-Schritte werden in Abb. 3 und 4 dargestellt und erläutert.

Nach dem Experiment haben die Probanden einen dreiteiligen Fragebogen mit Bezug zur Eignung des Artefaktes für das Prototyping in DT-Prozessen und Verbesserungsmöglichkeiten beantwortet. Zur Messung der Praxistauglichkeit dienen drei

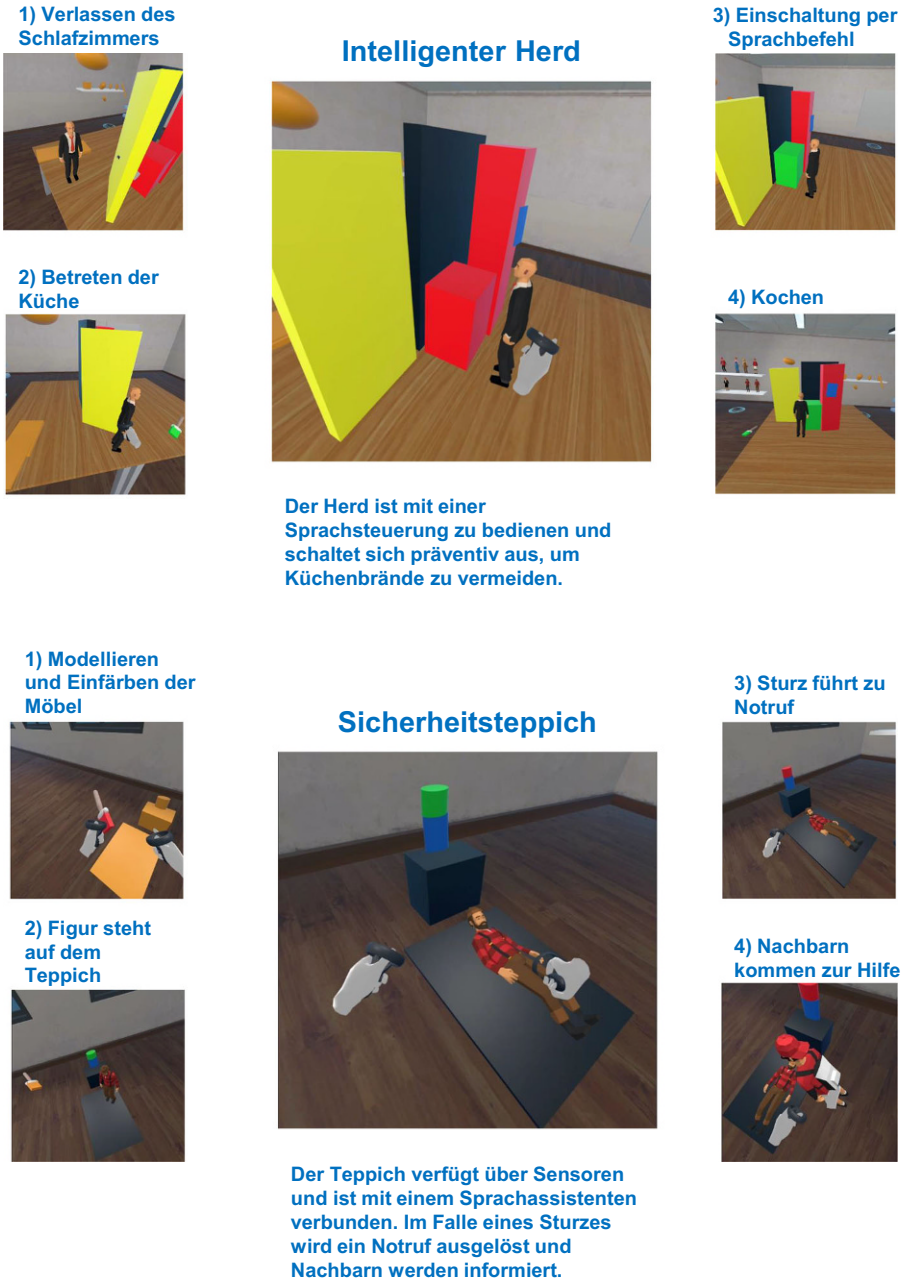
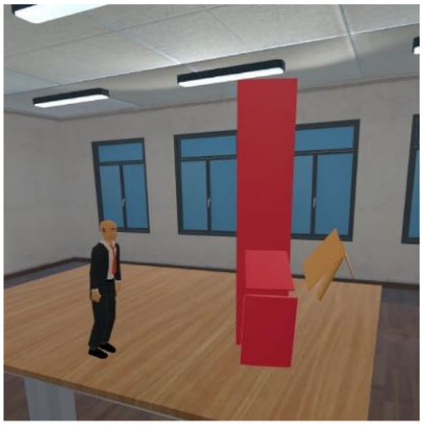


Abb. 3 Auszüge der VR-Prototypen

Hilfsroboter

Der Roboter unterstützt Senioren beim Transportieren von schweren Gegenständen und kann als Hocker verwendet werden. Mit dem integrierten Sprachassistenten werden TV, Licht und Herd gesteuert.

Fahrbarer Hocker



Der Hocker kann bei Bedarf oder bei einem Sturz gerufen werden. Ältere Personen können sich am Hocker wiederaufrichten bzw. sich hinsetzen.

Smarter Badezimmerschrank

Der Schrank erkennt Ausrutscher im Badezimmer durch integrierte Sensoren und benachrichtigt beim Unfall den Rettungsdienst.

Smarter Teppich

Der Teppich erkennt durch Sensoren ein Sturz. Dabei wird der Hausnotruf automatisch aktiviert.

Abb. 4 Weitere im Rahmen der Case-Study entworfene Prototypen

Aussagen, die anhand einer fünfstufigen Likert-Skala hinsichtlich der Zustimmung (+2) bis Ablehnung (–2) beurteilt werden. Im zweiten Teil folgen offene Fragen zu Vor- und Nachteilen, Schwierigkeiten in der Benutzung und Verbesserungsvorschlägen. Abschließend wurden Fragen zur Person gestellt.

4.2 Stichprobe und quantitative Ergebnisse

Zu den 18 Probanden gehören vier Studierende der Wirtschaftswissenschaften und 14 wissenschaftliche Mitarbeiter aus der Psychologie und der Wirtschaftsinformatik zwischen 18 und 39 Jahren, von denen dreizehn männlich und fünf weiblich sind. Dreizehn Probanden haben vor dem Experiment bereits VR-Systeme genutzt und waren mit ihrer Handhabung vertraut. Sieben Teilnehmer haben im Vorfeld des Versuches mit DT-Methoden gearbeitet. Abb. 5 zeigt die quantitativen Ergebnisse der Befragung, die nachfolgend durch den Median der jeweiligen Bewertungen analysiert werden.

Insgesamt zeigen die Probanden zur Kreativitätsförderung, der Effizienz und der Intuition des immersiven Prototypings eine positive Einstellung. Die Majorität der Probanden stimmt der Aussage zur Kreativitätsförderung (eher) zu (Median = 1; Mittelwert = 0,83). Nur vier Probanden unterstellen der Anwendung eine (eher) negative Auswirkung auf die Ideengenerierung. Die gesteigerte Effizienz im Vergleich zu bis-

Abb. 5 Quantitative Ergebnisse der Case-Study

herigen Prototyping-Ansätzen wird von zwei Drittel der Probanden ebenfalls (eher) mit einer Zustimmung bewertet (Median = 1; Mittelwert = 0,56). Besonders ausgeprägte Zustimmung erhält die Aussage zur Intuition des Prototypings. Für 16 (11) Probanden gilt das Prototyping in der vorgestellten Applikation als (eher) intuitiv (Median = 1,00; Mittelwert = 1,00). Es wurde dabei kein Zusammenhang zwischen der VR-Vorerfahrung, der DT-Vorerfahrung und den quantitativen Ergebnissen festgestellt. Um konkrete Schwachstellen und Stärken in der Anwendung zu identifizieren, sind tiefergehende Evaluationen mit einer heterogeneren Stichprobe notwendig. Insbesondere hinsichtlich der Effizienz sind dezidierte Fragestellungen bezüglich der Einsetzbarkeit im Arbeitsalltag notwendig. Erste Anknüpfungspunkte für Implikationen der Anwendung und Weiterentwicklungen werden daher nachfolgend ausschließlich aus den Freitextantworten und Beobachtungen der Versuchsleiter abgeleitet.

4.3 Qualitative Ergebnisse

Die Freitextantworten und Beobachtungen wurden zu acht Statements über Vor- und Nachteile des immersiven Prototypings in DT-Prozessen aggregiert: Das Prototyping in VR senkt den Materialverbrauch, ist zeiteffizienter und verringert den Dokumentationsaufwand (1). Dabei weist die virtuelle Realität einen hohen Freiheitsgrad beim Erstellen von Prototypen im Vergleich zu anderen Ansätzen wie dem Lego-Prototyping auf. Dies verbessert die Anschaulichkeit und fördert die iterative Weiterentwicklung von Artefakten (2). Aus Probandensicht bietet die VR den Vorteil einer vereinfachten Revidierung und Modifikation von Prototypen (3). Außerdem profitieren die Nutzer von einer intuitiven Bedienung und einem unterhaltsamen Nutzungserlebnis, wodurch auch die Gruppendynamik im realen Raum gefördert wird (4). Ferner können mithilfe der virtuellen Realität einschränkende räumliche Gegebenheiten, z. B. Platzprobleme, umgangen werden (5). Demgegenüber stehen jedoch auch Nachteile: So verzeichnen insbesondere Erstbenutzer Schwierigkeiten mit der Steuerung und sind auf eine Eingewöhnungsphase angewiesen. Vor allem die Skalierung von Objekten und die Teleportfunktion sind für Erstbenutzer problembehaftet (6). Die Beschränkung auf konventionelle Geometrien (Zylinder, Quader) hindert Benutzer daran, detailreiche Prototypen zu erzeugen, weshalb die Anwendung vorerst nur für das Bauen von Low-Fidelity-Prototypen geeignet ist (7). Technologiebedingt haben Brillenträger Probleme mit der Nutzung der Applikation (8).

Zudem ergeben sich auf Basis der Freitextantworten vier Verbesserungsvorschläge, die in zukünftigen Entwicklungszyklen zu berücksichtigen sind: Erstens wurde die Integration von weiteren Formen, Farben und Stiften in die Applikation angeregt, damit Prototypen detaillierter modelliert werden können. Zweitens sollten zusammenhängende Objektgruppen zukünftig gruppiert und kopiert werden können, um die Effizienz zu steigern. Drittens sollten Onboarding-Tutorials integriert werden, die Erstbenutzern einen spielerischen Einstieg ermöglichen. Schließlich regten einzelne Teilnehmer an, die Anwendung in zukünftigen Entwicklungszyklen multiuserfähig zu gestalten, sodass das gesamte DT-Team im virtuellen Raum kollaborieren kann.

5 Diskussion und Handlungsempfehlungen

Die realisierte VR-Anwendung und die Erprobung zeigen, dass virtuelle Welten unterstützend im Rahmen von DT-Workshops eingesetzt werden können. Dabei fokussiert die Anwendung die fünfte Phase des Prototypenbaus. Um einen Medienbruch zwischen den Phasen zu reduzieren, ist es zukünftig denkbar, digital erstellte Artefakte mit einer Importfunktion in das Design-Thinking-VR-Lab zu integrieren, z. B. indem Notizen auf einem Tablet in die virtuelle Welt übertragen werden. Darüber hinaus sind kollaborative sowie geografisch verteilte, immersive DT-Workshops möglich, wenn die VR-Umgebung z. B. durch eine Multi-User-Erweiterung für mehrere Anwender gleichzeitig zugänglich ist. Für eine derartige Umsetzung sind jedoch weitere Forschungsarbeiten notwendig. Beide Ansätze würden die bisher vorbehaltlich beurteilte Effizienz (vgl. Kapitel 4.2) vermutlich durch eine Reduktion der erforderlichen Personal- und Reiseaufwendungen verbessern. Übergeordnet kann VR als eine wesentliche Chance für Innovations- bzw. Veränderungsprozesse gesehen werden. Aufgrund der spielerischen Charakteristika und der Immersion erzeugen VR-Anwendungen einen belebenden Effekt in Gruppendiskussionen (Fromm et al. 2020). Der Mensch wird dadurch aktiv in den Innovations- und Gestaltungsprozess eingebunden und zur Partizipation angeregt. Aufgrund der Abbildung von Personas und verschiedenen Szenarien unterstützt die VR-Anwendung zudem bei der Anforderungserhebung für sozio-technische Systeme. Ergänzend kann erprobt werden, ob die VR-Anwendung ebenfalls für das Change-Management bei der Einführung neuer Technologien in Arbeitsprozessen nutzenstiftend ist. So können Ängste und Befürchtungen aufseiten der Mitarbeiter frühzeitig antizipiert werden.

Die dargestellte VR-Anwendung ist die erste Umsetzung des Design Thinking Virtual-Reality-Labs. Dennoch konnten basierend auf dem Entwicklungsprozess und den Ergebnissen des Experiments erste Handlungsempfehlungen (HE) für die Erstellung und Nutzung von VR-Anwendungen im betrieblichen Bereich hergeleitet werden. Ein Erfolgsfaktor bei der Umsetzung der VR-Anwendung war der *Einbezug aktueller Technologien und Frameworks (HE1)*. Dadurch konnten hardwaretechnische Limitationen wie ein schlechter Tragekomfort oder eine unscharfe Auflösung des Displays gegenüber älteren HMDs reduziert und positive Effekte wie eine mobile VR-Umgebung und eine realistischere Darstellung der Handgesten erzielt werden. Weiterhin empfiehlt sich *bereits in einer frühen Entwicklungsphase die VR-Anwendung in einem Szenario zu erproben (HE2)* und Meinungen der Nutzer zu erfragen. Hiermit können frühzeitig akzeptanzorientierte und nutzerzentrierte Anwendungen erzielt werden. Die Erstellung eines *kurzen Onboarding-Tutorials (HE3)* ist vor dem Hintergrund unterschiedlich umgesetzter Interaktionsmechanismen empfehlenswert, da sich bisher kein etablierter Standard durchgesetzt hat. Zudem können dadurch auch Fachfremde ohne Anleitung die VR-Anwendung im betrieblichen Einsatz erproben. Die erzielten positiven Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen grundsätzlich ihre *Prozesse hinsichtlich eines Einsatzes von VR-Anwendung prüfen (HE4)* sollten, um eine Verbesserung oder gezieltere Gestaltung der Organisations- und Arbeitswelt zu erzielen.

Perspektivisch bietet eine ausgereiftere VR-Anwendung für Design Thinking in Zukunft die Option DT-Workshops ohne einen Moderator durchzuführen. Weiterhin

kann die VR-Anwendung unter Berücksichtigung und Umsetzung der Anmerkungen der Probanden bei der Gestaltung von neuen digitalisierten Arbeitswelten unterstützend mitwirken mit dem Ziel die Wünsche der Menschen adäquat in einem frühen Stadium aufzunehmen.

6 Ableitung von Weiterentwicklungsmöglichkeiten auf Basis des Proof of Concepts

Die vorgestellte Anwendung adressiert das kollaborative Prototyping in Design-Thinking-Prozessen. Damit können Low-Fidelity-Prototypen von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen intuitiv und zeiteffizient in Virtual Reality erzeugt sowie mittels virtueller Simulation kommuniziert werden. Die Ergebnisse der Case-Study bekräftigen das Potential von Virtual Reality für Kreativitätsprozesse. Nutzenstiftend sind aus Anwendersicht darüber hinaus insbesondere der gesenkte Materialverbrauch sowie die vereinfachte Möglichkeit zur Revidierung von Prototypen. Da vor allem Erstbenutzer auf eine Eingewöhnungsphase zur zielführenden Interaktion mit den Objekten im virtuellen Raum angewiesen sind, liegt die Integration von Onboarding-Tutorials im Fokus zukünftiger Entwicklungszyklen. Hierzu können bspw. Gamification-Instrumente dienen, die einen spielerischen Einstieg bieten. Ebenso bilden die Integration zusätzlicher geometrischer Objekte und die Erweiterung auf eine Multi-User-Applikation den Fokus zukünftiger Iterationen. Das im Dezember 2019 veröffentliche Firmware-Update 12.0 der Oculus Quest bietet neben einem verbesserten Handtracking außerdem die Möglichkeit zur Sprachsteuerung und damit neue Interaktionsmöglichkeiten, die bei weiteren Entwicklungen zu berücksichtigen sind.

Trotz des Erkenntnisgewinns unterliegt die vorliegende Arbeit einigen Limitationen, die weitere Ansätze für zukünftige Forschungsarbeiten bieten. Die Gestaltung der VR-Anwendung stellt einen ersten Proof of Concept dar, um deren Eignung und Praxistauglichkeit innerhalb von DT zu erforschen. Die ersten Befragungen bestätigen eine positive Wirkung. Bei den befragten Probanden handelte es sich jedoch um technologieaffine und junge Teilnehmer. Daher sind weitere Evaluationen mit einer diverseren und größeren Stichprobe vonnöten, um gänzlich valide Aussagen herzuleiten.

Danksagung Dieser Beitrag ist im Rahmen des Graduiertenkollegs Vertrauen und Akzeptanz in erweiterten und virtuellen Arbeitswelten (va-eva) der Universität Osnabrück (https://www.vaeva.uni-osnabrueck.de) entstanden.

Funding Open Access funding provided by Projekt DEAL.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betref-

fende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de.

Literatur

Alahuhta P, Nordbäck E, Sivunen A, Surakka T (2014) Fostering team creativity in virtual worlds. J Virtual Worlds Res 7(3):1–22

Anthes C, García-Hernández RJ, Wiedemann M, Kranzlmüller D (2016) State of the art of virtual reality technology. 2016 IEEE Aerospace Conference, S 1–19. https://doi.org/10.1109/aero.2016.7500674

Bhagwatwar A, Massey A, Dennis AR (2013) Creative virtual environments: Effect of supraliminal priming on team brainstorming. 2013 46th Hawaii international conference on system sciences. IEEE, S 215–224

Bonnardel N, Pichot N (2020) Enhancing collaborative creativity with virtual dynamic personas. Appl Ergon 82:102949. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102949

Bowman DA, Kruijff E, LaViola JJ, Poupyrev I (2001) An introduction to 3-D user interface design. Presence Teleoper Virtual Environ 10(1):96–108

Brown T, Katz B (2011) Change by design. J Prod Innov Manag 28(3):381–383

Carlgren L, Elmquist M, Rauth I (2016) The challenges of using design thinking in industry – experiences from five large firms. Creat Innov Manag 25(3):344–362

Chasanidou D, Gasparini AA, Lee E (2015) Design thinking methods and tools for innovation. International Conference of Design, User Experience, and Usability. Springer, Berlin, S 12–23

Fromm J, Mirbabaie M, Stieglitz S (2020) The Effects of Virtual Reality Affordances and Constraints on Negative Group Effects during Brainstorming Sessions. In: 15th International Conference on Wirtschaftsinformatik Potsdam

Funly (2019) Think space VR. https://funly.io/think-space-vr. Zugegriffen: 6. Dez. 2019

Graessler I, Taplick P (2019) Supporting creativity with virtual reality technology. Proc Des Soc Int Conf Eng Des 1:2011–2020. https://doi.org/10.1017/dsi.2019.207

Grots A, Pratschke M (2009) Design Thinking – Kreativität als Methode. Mark Rev St Gallen 26(2):18–23

Hasso-Plattner-Institut (2019) Die sechs Schritte im Design Thinking Innovationsprozess. https://hpi.de/school-of-design-thinking/design-thinking/hintergrund/design-thinking-prozess.html. Zugegriffen: 6. Dez. 2019

Hilbrecht H, Kempkens O (2013) Design Thinking im Unternehmen – Herausforderung mit Mehrwert. Digitalisierung und Innovation: Planung – Entstehung – Entwicklungsperspektiven. In: Keuper F, Hamidian K, Verwaayen E, Kalinowski T, Kraijo C (Hrsg) Springer, Wiesbaden, S 347–364

Hofer J, Schoormann T, Kortum J, Knackstedt R (2019) „Ich weiß was ihr letzte Sitzung getan habt“ – Entwicklung und Anwendung eines Softwarewerkzeuges zur Dokumentation von Design Thinking-Projekten „I Know What You Did Last Session“—Development and Application of a Software Tool for Documenting Design Thi. HMD 56(1):160–171

Janßen D, Tummel C, Richert A, Isenhardt I (2016) Towards measuring user experience, activation and task performance in Immersive virtual learning environments for students. International conference on Immersive learning. Springer, Cham, S 45–48

Jasnoch U, Kress H, Rix J (1995) Towards a Virtual Prototyping Environment. Virtual Prototyping: Virtual environments and the product design process. In: Rix J, Haas S, Teixeira J (Hrsg) Springer, Boston, S 173–183

Kristiansen P, Rasmussen R (2014) Building a Better Business Using the Lego Serious Play Method. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey

Oculus Store (2019) Oculus Apps und Spiele. https://www.oculus.com/. Zugegriffen: 6. Dez. 2019

Schallmo DRA (2017) Design Thinking erfolgreich anwenden. So entwickeln Sie in 7 Phasen kundenorientierte Produkte. Springer, Gabler, Wiesbaden

Schjerlund J, Hansen MRP, Jensen JG (2018) Design principles for room-scale virtual reality: a design experiment in three dimensions. In: Samir C, Kaushik D, Sundarraj Rangaraja P (Hrsg) Designing for a digital and globalized world. Springer, Cham, S 3–17

Thornhill-Miller B, Dupont J-M (2016) Virtual reality and the enhancement of creativity and innovation: under recognized potential among converging technologies? J Cogn Educ Psych (1):102. https://doi.org/10.1891/1945-8959.15.1.102

Unity Technologies (2019) Asset store. https://assetstore.unity.com/3d. Zugegriffen: 1. Dez. 2019

Vaishnavi VK, Kuechler W (2015) Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology. CRC Press, Boca Raton

Viveport (2019) Viveport. https://www.viveport.com/infinity. Zugegriffen: 1. Dez. 2019

Wickert J (2017) Kreative Veränderungsprozesse mit Design Thinking. In: Baltes G, Freyth A (Hrsg) Veränderungsintelligenz: Agiler, innovativer, unternehmerischer den Wandel unserer Zeit meistern. Springer Fachmedien Wiesbaden, S 455–479. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04889-1_9

XING; Accenture (2019) Umfrage zur Relevanz neuer Arbeitsmethoden für die tägliche Arbeit 2018. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/987155/umfrage/umfrage-zur-relevanz-neuer-arbeitsmethoden-fuer-die-taegliche-arbeit/. Zugegriffen: 26. Nov. 2019

Yang X, Lin L, Cheng P-Y, Xue Y, Ren Y, Huang Y-M (2018) Examining creativity through a virtual reality support system. Educ Technol Res Dev 66:1231–1254. https://doi.org/10.1007/s11423-018-9604-z