



Das Extended-Reality-Canvas – Wie können Unternehmen XR-Projekte erfolgreich implementieren?

Ludger Pöhler · Fabian Belda · Frank Teuteberg

Eingegangen: 14. Oktober 2022 / Angenommen: 16. Februar 2023 / Online publiziert: 15. März 2023
© Der/die Autor(en) 2023

Zusammenfassung Extended-Reality-Technologien (XR-Technologien) haben in den vergangenen Jahren einen erheblichen technologischen Fortschritt erfahren. In der Arbeitswelt wird ihre Implementierung mit zahlreichen Vorteilen, wie z. B. Produktivitätssteigerungen, geringeren Kosten und verbessertem Lernen assoziiert. Dennoch stellt die disruptive XR-Technologie Unternehmen bei der Implementierung vor zahlreiche Herausforderungen, die sich von einer veränderungsresistenten Unternehmenskultur bis hin zu gesundheitlichen Bedenken bei Mitarbeitern erstrecken. Unternehmen fehlt es an Instrumenten, die das Innovationsmanagement bei der Überwindung dieser Hürden spezifisch unterstützen. Im vorliegenden Beitrag wurde daher das XR-Canvas entwickelt, das als Workshop-Instrument zur Spezifikation und Implementierung von XR-Projekten in Unternehmen eingesetzt werden kann. Es integriert elf Handlungsfelder in den Dimensionen Technologie, Organisation, Umwelt und Anwender, die auf Basis einer systematischen Literaturrecherche identifiziert wurden. Abgeleitet von Experteninterviews werden final Handlungsempfehlungen gegeben, wie das Canvas die XR-Implementierung unterstützen und die organisationale Ambidextrie fördern kann. Somit liefert dieser Beitrag einerseits Erkenntnisse, welche Faktoren die XR-Implementierung beeinflussen. Andererseits liefert er eine Innovationsmethode, um diese Einflussfaktoren strukturiert in XR-Anwendungsfällen zu spezifizieren.

✉ Ludger Pöhler · Fabian Belda · Frank Teuteberg
Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, Universität Osnabrück, Osnabrück,
Deutschland
E-Mail: ludger.poebler@uni-osnabrueck.de

Fabian Belda
E-Mail: fabian.belda@uni-osnabrueck.de

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

Schlüsselwörter Extended Reality · Virtual Reality · Augmented Reality · Canvas · Implementierung

The Extended Reality Canvas – How Can Organizations Successfully Implement XR Projects?

Abstract Extended reality (XR) technologies have experienced significant technological advancement in recent years. In the corporate environment, their implementation is associated with numerous benefits, such as productivity gains, lower costs, and improved learning. However, companies face numerous challenges in implementing disruptive XR technology, ranging from a change-resistant corporate culture to employee health concerns. There is a lack of tools that specifically support innovation management in overcoming these barriers. In this paper, the XR-Canvas was developed, which can be used as a workshop tool for the specification and implementation of XR projects in companies. It integrates eleven fields of action in the dimensions of technology, organization, environment and user, which were identified on the basis of a systematic literature research. Based on interviews with experts, final recommendations are given on how the canvas can support XR implementation and promote organizational ambidexterity. Thus, on the one hand, this contribution provides insight into the factors that influence XR implementation. On the other hand, it offers an innovation method for specifying these influencing factors in a structured way for XR use cases.

Keywords Extended Reality · Virtual Reality · Augmented Reality · Canvas · Implementation

1 Einleitung

Ambidextrie (dt. Beidhändigkeit) bedeutet für Organisationen die Fähigkeit zu besitzen, neue Entwicklungen einerseits zu erforschen (Exploration) und diese gleichzeitig in vorhandene Strukturen effizient integrieren zu können (Exploitation, O'Reilly und Tushman 2008). Besonders im Innovationsmanagement bedeutet dies, Freiraum für Kreativität, Flexibilität und Visionen zuzulassen und im selben Zuge die Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Zielgerichtetheit nicht aus den Augen zu verlieren (He und Wong 2004). Die Verzahnung dieser auf den ersten Blick konträren Anforderungen wird als Wettbewerbsvorteil angesehen. Um eine wertschöpfende Balance zwischen diesen Spannungsfeldern zu fördern, werden flexible und gleichzeitig effiziente Strukturen, Methoden und Instrumente des Innovationsmanagements benötigt (Schneeberger und Habegger 2020). Ähnlichen Herausforderungen stehen Unternehmen mit etablierten Organisationsstrukturen gegenüber, die neuartige, disruptive Technologien einführen möchten. So ist es nicht verwunderlich, dass die neuartigen Extended Reality (XR)-Technologien zwar zahlreiche spannende Nutzenpotenziale aufweisen, Organisationen durch ihren disruptiven Charakter bei der Implementierung jedoch vor komplexe Aufgaben stellen. Denn obwohl XR-Technologien wie Augmented Reality (AR) oder Virtual Reality (VR) in den vergangenen

Jahren erheblich an Aufmerksamkeit gewonnen haben, verläuft die Diffusion in der betrieblichen Praxis schleppend (Jabil 2018). Trotz nutzenstiftender Anwendungsfälle in Bereichen wie Training oder Instandhaltung (Gavish et al. 2015), erschweren technische, organisationale, umwelttechnische oder individuelle Hürden eine erfolgreiche Adoption (Berg und Vance 2017). Eine Umfrage unter Managern in den USA und Kanada ergab, dass zwar 49 % der Unternehmen Pläne zur Nutzung von XR-Technologien haben, jedoch nur 4 % diese Projekte konkret umsetzen (Jabil 2018).

Bei der Einführung von XR-Technologien fehlt es an praxistauglichen Instrumenten des Innovationsmanagements, die einerseits die disruptiven Charakteristika adressieren und andererseits eine ganzheitliche und effiziente Implementierung fördern. Ein spezifisches wertschöpfendes Visualisierungsinstrument ist das Canvas, welches eine systematische Betrachtung eines Sachverhalts ermöglicht. Ein Canvas befähigt Organisationen, komplexe Probleme in vordefinierten Feldern zu strukturieren und zu spezifizieren. Um spezifische Technologiecharakteristika bei der Implementierung abbilden zu können, wurden bereits individuelle Canvas-Lösungen wie für Künstliche Intelligenz (KI) oder Big Data entwickelt (siehe Kerzel 2021; Kaufmann 2019). Da es auch bei der Implementierung von XR-Technologien spezifischer Integrationsmaßnahmen bedarf, sollte dafür ein auf XR spezialisiertes Canvas visualisierte Hilfestellung leisten. Daher ergibt sich folgende Forschungsfrage (FF):

FF: Wie sollte ein Canvas gestaltet werden, um Unternehmen bei der Strukturierung und Spezifikation von XR-Projekten zu unterstützen?

Zur Beantwortung der FF wird in Abschn. 2 zunächst der theoretische Hintergrund dieses Beitrags dargestellt. Im dritten Abschnitt wird die Methodik zur Entwicklung und Evaluation des Canvas beschrieben. Abschn. 4 beinhaltet die Herleitung und Gestaltung des XR-Canvas, dessen praktische Demonstration und die Evaluation durch Experteninterviews. Darauf basierend werden in Abschn. 5 Handlungsempfehlungen dargestellt, die sich an Unternehmen mit potenziellen XR-Anwendungsfällen richten. Ein Fazit und der Ausblick auf zukünftige Forschungsinhalte bilden Abschn. 6.

2 Hintergrund

2.1 Extended Reality Technologien

XR-Technologien können grundsätzlich in VR und AR unterschieden werden (Abb. 1). Während VR eine vollständige Loslösung von der Realität bezweckt, wird bei AR-Technologien die reale Umgebung miteinbezogen. Bei AR handelt es sich um ein Kontinuum zwischen Assisted Reality auf der einen und Mixed Reality auf der anderen Seite. Während bei Assisted Reality der Fokus auf Einblendung von 2D-Daten liegt, entspricht Mixed Reality idealerweise einer nicht zu unterscheidenden Symbiose aus Realität und virtueller Realität.

VR basiert auf der Verwendung von Grafiksystemen in Kombination mit Anzeige- und Schnittstellengeräten, um den Effekt des Eintauchens in eine interaktive, computergenerierte 3D-Umgebung zu erzielen (Pan et al. 2006). Dass das Erreichen dieses Zielzustands einer vollständig immersiven VR immer näher rückt, liegt vor

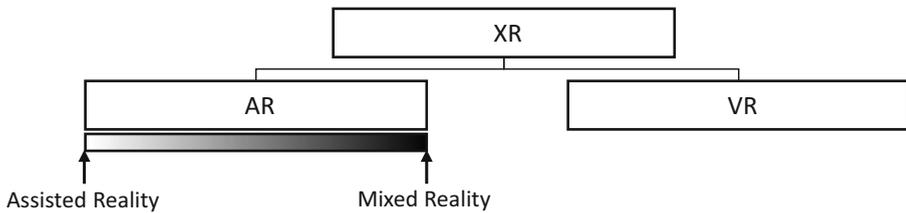


Abb. 1 XR-Kategorisierung (i.A.a. Dwivedi et al. 2011)

allem an stetig reifender Hardware in Form von Head-Mounted-Displays (HMDs). Zusätzlich sorgen neue Interaktionsmöglichkeiten wie intuitives Hand- und Fingertracking für einen realistischeren Umgang mit Elementen der virtuellen Umgebung. Im industriellen Kontext wird VR bereits in der Konstruktion und Montage, für immersives Training sowie in der Qualitätssicherung angewendet (Choi et al. 2015). So können durch den Einsatz von VR-HMDs bereits heute Montagearbeitsplätze materiallos erzeugt und analysiert werden, bevor überhaupt eine Fabrik gebaut ist (vgl. Pöhler et al. 2021, Pöhler und Teuteberg 2021). Ebenfalls hat sich der VR-Einsatz zu Trainingszwecken besonders dort bewährt, wo reale Settings extreme Unfallrisiken, Materialverbräuche oder Produktionsunterbrechungen aufweisen würden (vgl. Hanisch 2020).

AR bedeutet die Anreicherung und Erweiterung der realen Umgebung um virtuelle Daten und 2D- und 3D-Elemente, mit denen Nutzer interagieren können (van Krevelen und Poelman 2010). Bei AR steht somit „die korrekte Überlagerung oder Verschmelzung von Realität und Virtualität im Vordergrund“ (Dörner et al. 2019). Um eine solche Verschmelzung zu erreichen, werden wie auch bei VR-Systemen HMDs eingesetzt. Hierbei kann die Interaktion ohne Nutzung von Controllern allein über Hand- und Fingertracking erreicht werden. Auch ein Einsatz von Smartphones stellt eine pragmatische Lösung zur Erzeugung von AR dar, hat aber aufgrund eingeschränkter Interaktionsmöglichkeiten Nachteile. Ein konkreter betrieblicher AR-Anwendungsfall ist die Remote Maintenance, bei der ein Mitarbeiter auf Shopfloor-Ebene mit einem HMD ausgestattet wird und Instruktionen eines Experten aus der Ferne erhält (vgl. Vorraber et al. 2020). So können unerfahrene Personen durch Einblendungen und Kommunikation über AR-Brillen Maschinenfehler beheben und Stillstandzeiten verkürzen. Auch in der Logistik hat die Pick-by-Vision-Technologie unter Nutzung von AR-HMDs in den vergangenen Jahren zugenommen (vgl. Reif und Günthner 2009).

2.2 Das Canvas im Innovationsmanagement

Visualisierungsinstrumente werden häufig bei der Gestaltung von Geschäftsmodellen oder Implementierungsvorhaben eingesetzt, um Komplexität zu abstrahieren, Gruppenkommunikation zu fördern oder das Ideenmanagement zu strukturieren (Henike et al. 2020; Havemo 2018). Ein spezifisches komponentenbasiertes Visualisierungsinstrument stellt das Canvas dar, das zur Strukturierung von Planungs- oder Problemlösungsprozessen eingesetzt werden kann (Bertagnolli et al. 2018). Es besteht

aus mehreren Handlungsfeldern, die durch die Anwender zu befüllen sind und den vorliegenden Sachverhalt thematisch differenzieren (Koskela et al. 2020). Die Einteilung und Anordnung der Felder erfolgt dabei in einer semantisch sinnvollen Reihenfolge, sodass Anwender durch die Erzeugung des Planungs- und Lösungsprozesses geleitet werden. Osterwalder und Pigneur (2010) entwickelten mit dem *Business Model Canvas (BMC)* das wohl bekannteste Canvas. Es dient der Erzeugung und Ausdifferenzierung von Geschäftsmodellen, welches sich im Zeitverlauf zu einer „bekannt[n], beliebte[n] und anerkannte[n] Methode“ (Bertagnolli et al. 2018) in der Betriebswirtschaftslehre entwickelt hat. Seitdem wurde die komponentenbasierte Methodik zunehmend generalisiert und in andere Themengebiete überführt (Koskela et al. 2020). Die Canvas-Methodik bietet vor allem aufgrund ihres kollaborativen Charakters die Möglichkeit, Problemstellungen multiperspektivisch in Workshops zu lösen. Durch die Einbeziehung unterschiedlicher Stakeholder können bereits in frühen Phasen eines Projekts durch Diskussion und Feedback potenzielle Barrieren und Interdependenzen erkannt werden.

Auch in der Wirtschaftsinformatik finden Canvas immer häufiger Anwendung. Das praxisnahe *Enterprise AI Canvas* von Kerzel (2021) zielt darauf ab, den Einsatz KI-basierter Entscheidungstools in Unternehmen zu prüfen und mögliche Anwendungsfälle zu identifizieren. Kaufmann (2019) entwickelte mit dem *Big Data Management Canvas* ein Instrument zur Klassifizierung und Erweiterung von existierenden Big Data-Anwendungen und Ableitung neuer Strategien zur Wertschöpfung. Ein Canvas mit starkem Praxisbezug stellt ebenso das *Machine Learning Canvas* von Dorard (2015) dar, das der Spezifikation von Projekten im Bereich des maschinellen Lernens dient.

3 Vorgehensweise

Da Unternehmen trotz vorhandener Pläne zur XR-Nutzung häufig an einer Implementierung scheitern, wurde ein XR-spezifisches Canvas entwickelt. Das erzeugte Visualisierungsinstrument, nachfolgend *XR-Canvas* genannt, basiert auf den Ergebnissen einer systematischen Literaturrecherche und wurde anschließend durch Experten evaluiert.

Systematische Literaturrecherche Das XR-Canvas wurde auf der Basis einer systematischen Literaturrecherche nach vom Brocke et al. (2009) geschaffen. Die Datenbank von Scopus wurde initial nach Barrieren und Best Practices in XR-Projekten durchsucht und durch EbscoHost und Google Scholar ergänzt. Ziel war es, Veröffentlichungen zu finden, welche Einflussfaktoren beinhalten, die die Implementierung von XR-Technologien begünstigen oder behindern. Folgender Suchstring wurde genutzt: ("virtual reality" OR "augmented reality" OR "mixed reality") AND (implementation OR adoption) AND (barrier* OR "best practice*"). Nur Veröffentlichungen ab 2012 wurden in die spätere Auswertung miteinbezogen, da zuvor XR-Technologien aufgrund unausgereifter Hardware eine geringe Marktdurchdringung besaßen (Schuir et al. 2022). Zudem wurden nur Veröffentlichungen, die einen Bezug zur betrieblichen Nutzung hatten und mehr als einen Einflussfaktor nannten als

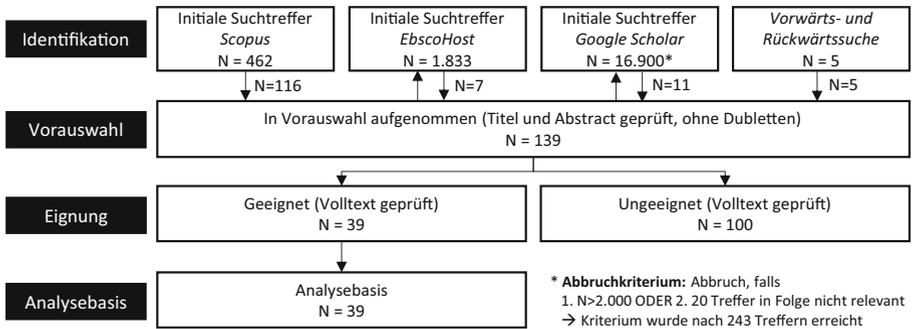


Abb. 2 Ablauf der Literaturrecherche in Anlehnung an PRISMA nach Liberati et al. (2009)

relevant erachtet. Durch Vorwärts- und Rückwärtssuche wurden fünf weitere Quellen einbezogen. Nach Ausschluss über Titel, Abstract und Volltext bildeten schließlich 39 Publikationen die Basis zur Entwicklung des XR-Canvas (siehe Abb. 2).

Um die dort genannten Einflussfaktoren strukturiert darzustellen, wurde auf das TOEI-Framework nach Depietro et al. (1990) zurückgegriffen, welches die Ebenen *Technik, Organisation, Umwelt* und *Individuum* betrachtet. Basierend auf den ermittelten Einflussfaktoren und unter Einbeziehung des TOEI-Frameworks konnte das XR-Canvas zur Strukturierung von Projekten zur Implementierung und Adoption von XR-Technologien erzeugt werden.

Experteninterviews Das XR-Canvas wurde im Anschluss vier Experten (E1–E4) aus Forschung und Praxis zur Evaluation vorgelegt (siehe Tab. 1). Die Teilnehmer erhielten bereits einige Tage vor Durchführung der Interviews das Canvas inklusive einer Erläuterung. Die Interviews waren semi-strukturiert und wurden mit Hilfe einer Audioaufnahme aufgezeichnet. Nach einer Abfrage der genauen Vorerfahrungen mit XR-Technologien fand eine Erläuterung des allgemeinen Zwecks eines Canvas statt. Im Anschluss wurde den Experten das erzeugte XR-Canvas vorgelegt und ihnen Zeit gegeben, einen ersten Eindruck vom Canvas zu gewinnen. Anhand eines Anwendungsbeispiels wurden zunächst einzelne Handlungsfelder und deren Leitfragen hinsichtlich ihrer Nützlichkeit und Vollständigkeit hinterfragt. Im Anschluss wurde auch nach der Funktionalität der visualisierten Inhalte gefragt. Unter Anwendung einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring und Fenzl (2019) konnten im Anschluss Handlungsempfehlungen zum Einsatz des XR-Canvas generiert werden.

Tab. 1 Übersicht über die Experten

ID	Alter	Berufsbezeichnung	Qualifikation (Jahre)
E1	31	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Konzeptionierung und Anwendung von AR- und VR (4 Jahre)
E2	30	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Teilnahmen an BMC-Workshops, Anwendung von VR (4 Jahre)
E3	34	Unternehmensberater	Leitung von BMC-Workshops (7 Jahre)
E4	35	Projektmanager	Leitung und Budgetierung von Implementierungsprojekten (11 Jahre)

4 Entwicklung und Evaluation des XR-Canvas

4.1 Ermittlung der Einflussfaktoren

Aus den 39 relevanten Publikationen konnten insgesamt 35 Einflussfaktoren ermittelt werden, welche den Kategorien *Technik*, *Organisation*, *Umwelt* und *Individuum* zugeordnet wurden und nachfolgend erläutert werden. Ebenso fand eine Aggregation von Einflussfaktoren statt, sodass diese induktiv entwickelten Handlungsfeldern (1–10, Abb. 3) zugeordnet wurden. Diese bilden die Grundlage für die inhaltliche Strukturierung der visualisierten Felder im XR-Canvas.

Technik Es ist zwischen den technischen Sub-Dimensionen *Hardware*, *Software* und der Integration in die vorhandene *IT-Architektur* der Unternehmen zu unterscheiden. Dabei sind bei der *Hardware* vor allem Adoptionsbarrieren auffindbar. Dieses liegt zu großen Teilen an den technisch fortschrittlichen aber noch nicht ganz ausge-

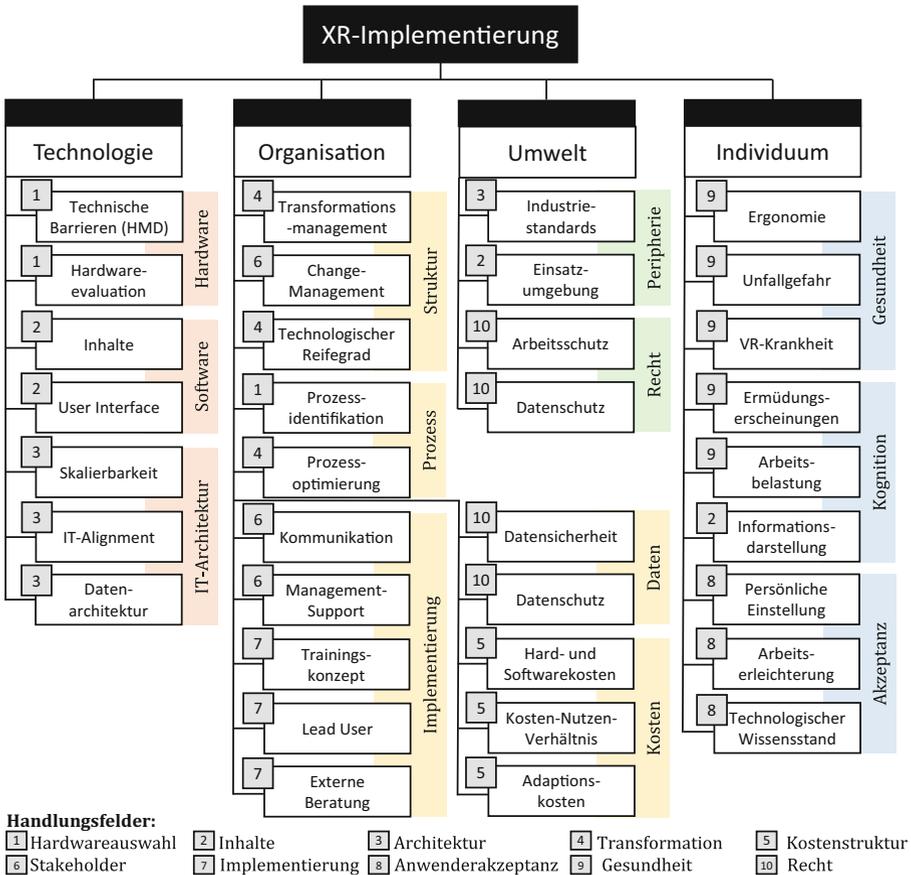


Abb. 3 Einflussfaktoren und Handlungsfelder einer XR-Implementierung

reiften HMDs. Dabei werden sowohl die Sensorik, die teils unzureichende Auflösung als auch das integrierte Tracking als Schwachpunkte genannt (Vaezipour et al. 2021; van Lopik et al. 2020). Bei großen Datenmengen kann es zudem aufgrund mangelnder Robustheit zu Datenstaus kommen, was sich visualisiert als Stocken oder Verzerrung auswirkt (Berkemeier et al. 2019). Gleichzeitig fehlt es an aussagekräftigen Evaluationen aus der Forschung, welche diese Schwachstellen der Hardware differenziert aufzeigen (Danielsson et al. 2020). Im Bereich der *Software* fehlt es an Designprinzipien zur Erzeugung von XR-Inhalten. Als limitierender Faktor werden vor allem nicht vorhandene Standardschnittstellen wie bspw. zum Import der in der Industrie stark genutzten Computer-Aided Design (CAD)-Modelle wahrgenommen (Bellalouna 2020). Bei der Gestaltung des User Interfaces (UI) für XR-Anwendungen ist zudem der Balanceakt zwischen spaßfördernden interaktiven UIs und einer gleichzeitig nicht zu überfrachtenden Ansicht, die zur Informationsüberflutung führen kann, zu meistern (Dahl et al. 2020). Bei der Integration von XR-Hardware in die vorhandene *IT-Architektur* ist v. a. ein Fokus auf optimierte Schnittstellen und Skalierbarkeit zu richten, um Datenkompatibilität, -qualität und -transfer zu gewährleisten (Egger und Masood 2020). Gleichzeitig sollten IT-Systeme vereinbar sein mit den strategischen und organisationalen Strukturen des Unternehmens (IT-Alignment).

Organisation Bei der Organisation lässt sich zwischen den Sub-Dimensionen *Struktur, Prozesse, Implementierung, Daten* und *Kosten* unterscheiden. Aus *Struktur*-Perspektive sollten Unternehmen bei der Implementierung von XR-Technologien den disruptiven Charakter in Bezug auf existierende Arbeitsmethoden berücksichtigen. Daher bedarf es bei deren Einführung eines Transformations- und Changemanagements. Durch eine strukturelle Transformation der Organisation wird einerseits erreicht, dass die Technologie nicht nur im konkreten Anwendungsumfeld eingeführt wird, sondern auch dauerhaft unterstützt wird, bspw. durch die Integration einer speziellen Support-Einheit (Rumsey und Le Dantec 2020). Durch eine Analyse des technologischen Reifegrads lässt sich abschätzen, wie intensiv bspw. Methoden des Change-Managements genutzt werden müssen (Chuah 2019). Van Lopik et al. (2020) empfehlen, eine Identifikation der *Prozesse* durchzuführen, die durch XR-Technologie vollzogen oder optimiert werden sollen. Dies ermöglicht eine Evaluation, ob die XR-Technologie für den beabsichtigten Einsatzzweck geeignet ist. Eine konstante Kommunikation zwischen allen beteiligten Stakeholdern ist wesentlich, um Konflikte zu vermeiden (van Lopik et al. 2020). Für eine gesicherte *Implementierung* ist eine Unterstützung durch das Top-Management von Bedeutung, da so Bedenken früh begegnet werden kann (Vaezipour et al. 2021). Trainingskonzepte, welche eine stufenweise Technologienutzung ermöglichen, sind zudem implementierungsfördernd. Es empfiehlt sich, sogenannte Lead-User als Ansprechpartner festzulegen, die bereits XR-Vorkenntnisse und einen Vorbildcharakter innerhalb der Organisation aufweisen (Berg und Vance 2017) sowie bei Bedarf auf externe Beratungen zurückzugreifen. Im Bereich der *Daten* kann ein Mangel an Sicherheit und Schutz zu Adoptionsbarrieren führen. Da HMDs durch Sensorik ihre Umgebung erfassen, ergibt sich einerseits das Risiko, dass sensible Unternehmensdaten aufgezeichnet werden (Schuir und Teuteberg 2021). Andererseits können Nutzer sich

überwacht fühlen. Bei jeder Investition in neue Technologien sind deren *Kosten* zu berücksichtigen. Neben Hard- und Softwarekosten ist mit hohen Adaptionskosten zu rechnen, da Inhalte angepasst werden müssen (Stoltz et al. 2017).

Umwelt Bei XR-Implementierungsvorhaben sind ebenfalls externe Einflüsse aus den Bereichen *Peripherie* und *Recht* zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu ausgereiften Technologien liegen bei XR-Technologien keine Industriestandards vor, was eine geregelte Integration in vorhandene Strukturen erschwert. Dies limitiert wiederum die Akzeptanz durch das obere Management (Egger und Masood 2020). Zusätzlich sind bei Implementierungsvorhaben die vorherrschenden äußerlichen Bedingungen (Licht, Lärm, Hitze, etc.) der *Peripherie* zu betrachten, die sich auf die Eignung bestimmter HMDs auswirken können (Röltgen und Dumitrescu 2020). Der Arbeitsschutz ist ebenfalls durch Vorabmaßnahmen zu gewährleisten, da HMDs durch ihre Bauart und Art der Informationspräsentation eine Einschränkung oder Ablenkung darstellen können (Osmers und Prilla 2020). Bei der Aufzeichnung von Bewegungen der Nutzer oder der Umgebung ist die Konformität mit datenschutzrechtlichen Vorschriften wie der DSGVO zu berücksichtigen (Röltgen und Dumitrescu 2020).

Individuum Auf der Ebene einzelner Nutzer kann zwischen *Gesundheit*, *Kognition* und *Akzeptanz* unterschieden werden. Bei den Auswirkungen auf die physische *Gesundheit* sind ergonomische Aspekte besonders zu beachten. Größe, Gewicht und Wärmeentwicklung von HMDs werden zwar immer geringer, jedoch können bei längeren Nutzungen weiterhin Probleme wie Kopf- und Nackenschmerzen auftreten (Enrique et al. 2021; Osmers und Prilla 2020). Ebenso führt das eingeschränkte Sichtfeld zu Unfallgefahren in der Realität (Chuah 2019). Trotz zunehmender Grafikleistungen treten vereinzelt Ermüdung und die VR-Krankheit in Form von Schwindel und Gleichgewichtsstörungen auf. Die menschliche *Kognition* bei der Nutzung von XR-Technologien wird stark durch die Wahrnehmung des neuartigen Einblendens von Informationen beeinflusst. Dies kann bei Nutzern zu einer höheren mentalen Arbeitsbelastung führen. Daher sollte bei XR-Technologien ein Fokus auf eine geeignete und entlastende Informationsdarstellung gelegt werden. Nicht zu unterschätzen ist zudem die grundsätzliche *Akzeptanz* des Individuums gegenüber neuen und disruptiven Technologien. Abhängig von der persönlichen Einstellung müssen höhere oder entsprechend niedrigere initiale Anstrengungen getätigt werden, damit Individuen sich mit Technologien auseinandersetzen (Rathnasinghe et al. 2020). Demonstrationen können dabei helfen, im Vorfeld eine positive Erwartungshaltung zu erzeugen (Osmers und Prilla 2020). Eine wahrgenommene Arbeitserleichterung bei Nutzung der Technologie kann langfristig zu einer Akzeptanz bei Nutzern führen (Dahl et al. 2020), während ein niedriges technologisches Vorwissen eine Barriere darstellt, da bereits schnell Frustration bei der Nutzung einsetzen kann.

Die insgesamt 35 Einflussfaktoren, die bei der Spezifikation von XR-Anwendungsfällen relevant sind (siehe Abb. 3), wurden folglich bei der Erzeugung des XR-Canvas eingebunden.

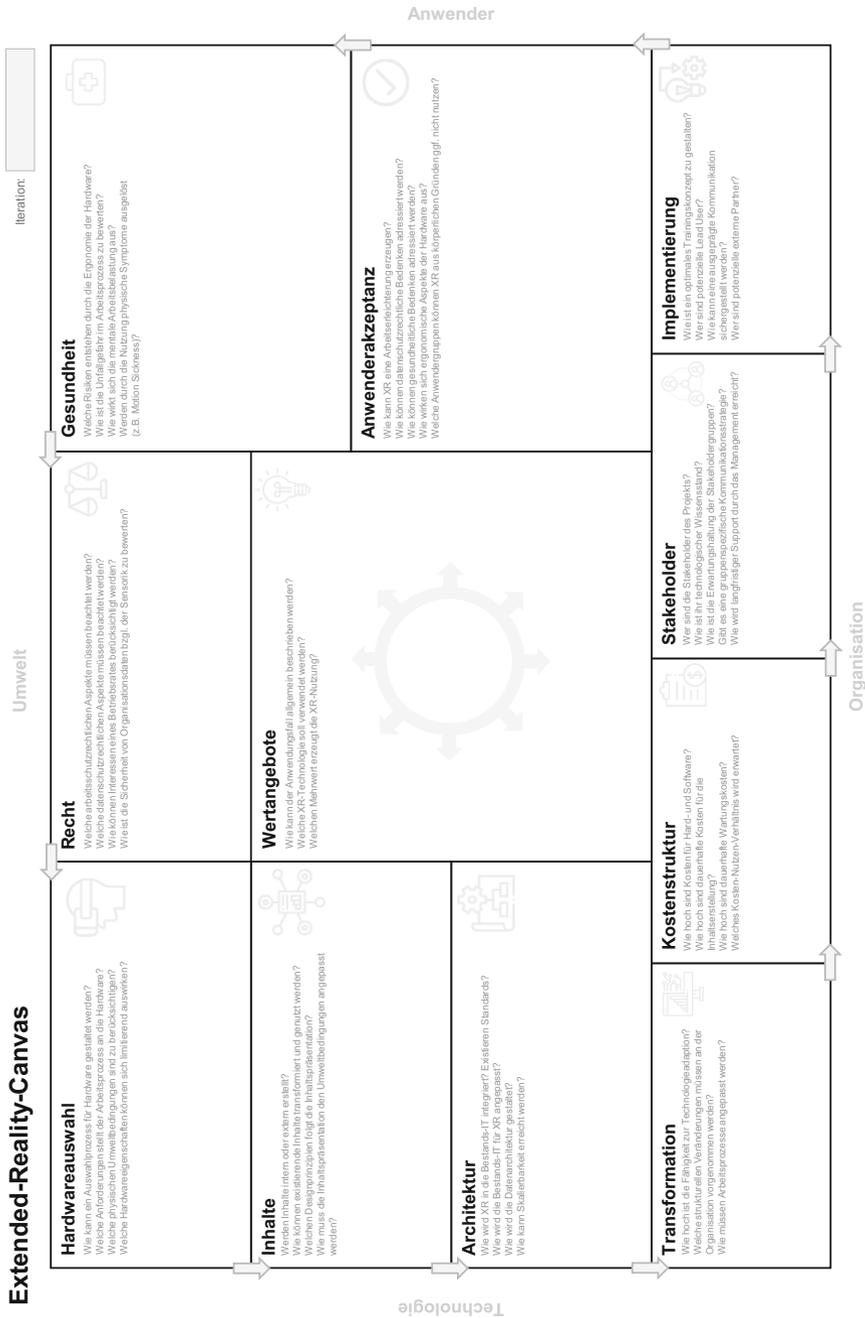


Abb. 4 Finales XR-Canvas

4.2 Entwicklung des XR-Canvas

Grundsätzlich lässt sich ein Canvas in die Bereiche *Inhalt*, *Visualisierung* und *Methodik* unterteilen. Da die Visualisierung und die methodische Vorgehensweise des XR-Canvas sich von anderen Canvas-Methodiken nicht grundlegend unterscheiden, wurde ein Fokus auf die inhaltliche Gestaltung des Canvas gelegt.

Bei der Gestaltung des XR-Canvas wurden zunächst die Handlungsfelder induktiv durch Aggregation der Einflussfaktoren ermittelt. Auf Basis der ermittelten Einflussfaktoren konnten somit zehn Handlungsfelder (Nr. 1 bis 10, Abb. 3) erzeugt werden. Um die Handlungsfelder im visualisierten Canvas sinnvoll anzuordnen, fand ein Rückgriff auf das TOEI-Framework statt. Die Handlungsfelder sind den Bereichen *Technologie*, *Organisation*, *Umwelt* und *Anwender* (weil praxisnäher als Individuum) seitlich zugeordnet. Da sich die Literaturrecherche auf Barrieren und Best Practices der XR-Implementierung und Adoption beschränkte, konnte daraus kein zentrales Feld hervorgehen, welches den Anwendungsfall definiert und beschreibt. Ausgehend vom Anwendungsfall und dessen erwarteten Nutzen, können alle Beteiligten erst das Szenario einschätzen und eine Bearbeitung der anderen Handlungsfelder erfolgen. Daher fand ein Rückgriff auf das zentrale Handlungsfeld des BMC *Wertangebote* statt. Dieses Handlungsfeld ist auch zentral in andere technologiespezifische Implementierungs-Canvas integriert (vgl. Dorard 2015, Kerzel 2021) und daher auch Ausgangspunkt des XR-Canvas. Insgesamt ergaben sich dadurch elf Felder (vgl. Abb. 4). Die Handlungsfelder wurden jeweils mit Leitfragen basierend auf den zugeordneten Einflussfaktoren versehen. Dabei wurde bspw. der in das Handlungsfeld *Anwenderakzeptanz* eingeordnete Einflussfaktor *Arbeitserleichterung* durch die Frage „*Wie kann XR eine wahrgenommene Arbeitserleichterung erzeugen?*“ integriert. Nach demselben Prinzip wurde auch eine Integration der übrigen Einflussfaktoren vorgenommen. Pfeile bilden zudem Hauptinterdependenzen zwischen den einzelnen Handlungsfeldern ab.

4.3 Nutzung des XR-Canvas anhand eines Anwendungsbeispiels

Das XR-Canvas dient vornehmlich als (digitales oder physisches) Workshopinstrument. Es wird – ausgehend vom vorliegenden betrieblichen Anwendungsfall – ein kollaboratives und iteratives Ausfüllen der einzelnen Handlungsfelder angestrebt. Anhand eines fiktiven Anwendungsbeispiels soll die Nutzung des Canvas verdeutlicht werden.

Anwendungsfall Ein Mitarbeiter eines mittelständischen Zulieferers aus der Automobilindustrie hat Potenziale in der Nutzung von AR-HMDs zum Anlernen in der Bauteilmontage erkannt. Diese liegen insbesondere in einem flexibleren Personaleinsatz und geringeren Anlernzeiten für neue Mitarbeiter. Mit Hilfe von AR-HMDs sollen die notwendigen Informationen für jeden Montagevorgang schrittweise ins Blickfeld des anzulernenden Mitarbeiters eingeblendet werden, sodass dieser freihändig mit den Bauteilen interagieren kann. Das Management des Unternehmens beauftragt ihn daraufhin, eine strukturierte und systematische Übersicht zur Einführung und zum Einsatz der XR-Technologie zu erzeugen. Hierzu plant er den Einsatz

des XR-Canvas, welches von Mitarbeitern aus den Bereichen *Montage*, *Ausbildung* und *Shopfloor-Management* in einem mehrstündigen Workshop gefüllt werden soll.

Anwendung des XR-Canvas im Workshop Da der Workshop in diesem Fall analog stattfindet, ist ein Ausdruck des XR-Canvas auf DIN A3 Größe oder größer sinnvoll. Ein Mitarbeiter, in diesem Fall ein nicht involvierter und fachfremder einer anderen Abteilung, übernimmt die Rolle des Moderators und sorgt für ein zeitliches Fortschreiten. Nach einer Begrüßung und Vorstellung der Teilnehmer sind drei Phasen notwendig.

Phase 1 – Einführung: Zunächst ist vom Moderator die Zielsetzung des Workshops vorzugeben. In diesem Fall ist dies die Spezifikation des Einsatzes von AR-HMDs zu Trainingszwecken bei Montageprozessen für neue Mitarbeiter. Im Anschluss sind Aufbau und Anwendung des XR-Canvas zu erläutern. Zudem ist der geplante Zeitplan für den Workshop den Teilnehmern mitzuteilen.

Phase 2 – Ausfüllen der einzelnen Handlungsfelder: Ziel sollte es sein, das XR-Canvas durch Beantworten der Fragestellungen in den Handlungsfeldern zu füllen. Dabei sind mehrere Wege möglich: Das Eintragen durch den Moderator, die Diskussion in mehreren Kleingruppen oder auch Kartenabfragen nach jedem Handlungsfeld sind mögliche Vorgehensweisen. In diesem Fall wird die Kartenabfrage mit Hilfe von Haftnotizen gewählt, da hier bspw. auch introvertierte Personen besser zum Ergebnis beitragen können. Zudem können Zwischenergebnisse ohne großen Aufwand angepasst oder Notizen zwischen den Feldern getauscht werden. Das Feld *Wertangebote* wird als erstes mit Inhalt gefüllt, da es den zentralen Zweck und Nutzen des XR-Einsatzes darstellt. Dabei wird den Teilnehmern zunächst Bedenkzeit zum Beantworten der Fragen gegeben, sodass sie anschließend nacheinander die Haftnotizen inkl. einer kleinen Erläuterung bei den Wertangeboten platzieren können. Durch eine moderierte Diskussion können Notizen dann ggf. zusammengefasst oder zurückgestellt werden. Die übrigen Handlungsfelder können im Anschluss in ähnlicher Weise gefüllt werden. Dabei ist ein Start bei der Hardwareauswahl mit anschließender Weiterbearbeitung gegen den Uhrzeigersinn bspw. möglich, da die aktuell verfügbare Hardware eine Limitation darstellt. Diese Reihenfolge ist aber flexibel anpassbar. Für den vorliegenden Fall des Einsatzes von AR in der Montage ergab sich das in Abb. 5 dargestellte ausgefüllte XR-Canvas.

Phase 3 – Prüfung und Sicherung des Canvas: Nach der Beantwortung aller Fragestellungen sollten die Felder hinsichtlich ihrer Konsistenz und möglicher Widersprüche untersucht werden. Durch Diskussionen soll sich dabei auf einen Stand geeinigt werden, der vom Moderator durch Niederschrift auf dem Canvas dokumentiert wird, sodass ein erster Entwurf vorliegt.

Weiteres Vorgehen Basierend darauf könnte beispielsweise ein Folgeworkshop mit der IT-Abteilung geplant werden, da es wie hier dargestellt in initialen Workshops häufig an spezifischem Fachwissen mangelt und ein zusätzlicher Input notwendig ist (vgl. Abb. 5: *Architektur*). Eine sinnvolle dritte Instanz wäre dann ein Workshop unter Einbeziehung des mittleren und oberen Managements, bevor im Anschluss auch externe Beratungen einbezogen werden könnten.



Abb. 5 Für AR-Montage-Anwendungsfall ausgefülltes XR-Canvas

4.4 Evaluation

Das XR-Canvas wurde durch semistrukturierte Interviews mit je zwei Experten aus Forschung und Praxis evaluiert. Die Aussagen konnten mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring und Fenzl (2019) den Kategorien *Nützlichkeit*, *Funktionalität* und *Vollständigkeit* zugeordnet werden.

Nützlichkeit Die Canvas-Methodik wurde von allen Interviewpartnern als geeignet zur Spezifizierung von Anwendungsfällen zur betrieblichen Implementierung und Adoption von XR-Technologien angesehen. Dabei wird vor allem das strukturierte, kollaborative Durchlaufen inhaltlich abgegrenzter Felder als Vorteil gesehen, da so eine differenzierte Auseinandersetzung mit spezifischen Aspekten der XR-Einführung ermöglicht wird. Gleichzeitig könne damit auch eine von Anfang an vollständige Betrachtung komplexer Probleme gewährleistet werden. Speziell für das XR-Canvas wird die Einordnung der Handlungsfelder gemäß dem TOEI-Framework positiv bewertet, da dies eine bessere Orientierung sowohl bei AR- als auch bei VR-Anwendungsfällen gewährleiste. Gleichzeitig wird bei der praktischen Nützlichkeit von einem Interviewten (E3) darauf hingewiesen, dass bei der Menge an Schrift und der begrenzten Größe der Felder eine Nutzung in großen Bildformaten sinnvoller wäre. Die Praxistauglichkeit ist aus Expertensicht gegeben. So plant z. B. ein Befragter (E4) das XR-Canvas in einem zukünftigen Unternehmensworkshop einzusetzen.

Funktionalität Die Handlungsfelder wurden nach Meinung aller Experten in einer funktional sinnvollen Reihenfolge angeordnet. Dabei wurde die Menge der Felder als übersichtlich, „nicht überladen“ und deren relative Größe zueinander entsprechend ihrer Wichtigkeit als sinnvoll gestaltet angesehen (E2). Die Sprache sei leicht verständlich und würde technologieunerfahrenen Praktikern zum Einstieg helfen. Die Auswahl der Handlungsfelder würden „eine gute Richtung vorgeben“ (E4), wodurch XR-spezifisch ein Problem in seiner Gesamtheit untersucht werden könne. Dabei sei das TOEI-Framework hilfreich, weil dadurch auch Aspekte wie Gesundheit oder Recht miteinbezogen werden würden, die sonst häufig bei der Einführung neuer Technologien zu kurz kommen. Gleichzeitig wurde das Nichtvorhandensein einer automatisch aus dem Canvas ersichtlichen Handlungsvorgabe zur Bearbeitungsreihenfolge der Felder von E3 kritisiert (bspw. durch eine Nummerierung). Der iterative Charakter war für alle Experten durch die Gestaltung der Kopfzeile ersichtlich. Das Feld zum Eintragen der Iterationsnummer würde bereits darauf hinweisen, dass eine Problemlösung in mehreren Runden vorgesehen ist. Bei manchen Fragestellungen fehlt es einem Experten zudem an klaren Vorgaben zur Messbarkeit: Wenn bspw. die Frage „Wie hoch ist die Fähigkeit zur Technologieadaption?“ gestellt wird, sollten auch Methoden zur Messung an die Hand gegeben werden (E1).

Vollständigkeit Die Summe der einzelnen Handlungsfelder sahen alle Experten als vollständig an, jedoch wurde zu Teilen eine übersichtliche Visualisierung von Interdependenzen zwischen den einzelnen Handlungsfeldern vermisst. Hierfür wurden

neben den Pfeildarstellungen von einem Experten (E2) Übergangszonen vorgeschlagen. Die in den Feldern integrierten Fragestellungen wurden als korrekt formuliert und verständlich angesehen. Jedoch würden bei manchen Handlungsfeldern weitere, detailliertere Fragestellungen hilfreich sein, was laut einem Experten (E1) aber gleichzeitig wiederum zu einer Überfrachtung führen könnte. Es wurde zudem vorgeschlagen das XR-Canvas über farbliche Unterschiede der einzelnen Felder zu optimieren. Ein Experte (E4) unterbreitete zudem den Vorschlag, im Handlungsfeld *Architektur* die Fragestellung zusätzlich in die Richtung zu lenken, dass ein Verbleib bei der bestehenden IT-Infrastruktur angestrebt werden solle.

5 Diskussion und Handlungsempfehlungen

Das in diesem Beitrag vorgestellte XR-Canvas hat zum Ziel, Anwendungsfälle des Einsatzes von XR-Technologien in seiner Gesamtheit zu betrachten und zu spezifizieren. Das XR-Canvas soll Unternehmen dazu befähigen, die Exploration (Nutzung neuartiger Technologien) und Exploitation (Integration in vorhandene Organisationsstrukturen) sinnvoll miteinander zu verzahnen. Basierend auf den Erkenntnissen der Interviews werden im Folgenden Handlungsempfehlungen (H1 bis H5) an Unternehmen gegeben, die betriebliche XR-Projekte planen.

H1: XR-Canvas zur Spezifizierung einsetzen

Das XR-Canvas dient dem Zwecke der effizienten Spezifizierung vorhandener XR-Anwendungsfälle in Unternehmen. Unternehmen sollten dieses somit einsetzen, falls sie bereits Abläufe und Prozesse vorliegen haben, bei denen ein Einsatz von XR-Technologien sinnvoll sein könnte. Dies unterscheidet dieses Canvas zu anderen Entwicklungen in der Wirtschaftsinformatik wie dem von Kerzel (2021) erzeugten AI-Canvas, bei dem Anwendungsfälle aus dem Canvas heraus erst erzeugt werden. Der Einsatz von XR-Technologie soll dementsprechend nicht erzwungen werden, sondern erst dann spezifiziert werden, wenn sinnvolle Anwendungsfälle aus dem Unternehmen heraus erkannt wurden. Somit dient das XR-Canvas nicht zum technologieinduzierten Change, sondern sorgt dafür, dass Implementierungs- und Adoptionsbarrieren des Einsatzes durch eine ganzheitliche Problembetrachtung überwunden werden können. Da die Fragen innerhalb der Handlungsfelder von allen Experten als verständlich eingestuft wurden, steht einem Gebrauch durch Praktiker keine sprachliche Barriere im Wege. Ein Einsatz spart zudem Kosten, indem bspw. Beratungsunternehmen erst bei späteren Iterationen einbezogen werden müssen, da solide Vorarbeit geleistet wurde.

H2: Die richtige XR-Technologie frühzeitig auswählen

Bereits bei Beginn des Canvas-Einsatzes sollte hierzu im Handlungsfeld *Wertangebote* festgelegt werden, welche XR-Technologie für den Einsatzzweck am sinnvollsten wäre. Hier spielt es u. a. eine Rolle, ob eine vorhandene Umgebung verändert (Vorteil AR) oder „auf der grünen Wiese“ geplant (Vorteil VR) werden soll. Zusätzlich eignet sich VR besser zur Lösung komplexer, kreativitätsbedürftiger Fragestellungen, bei denen eine Losgelöstheit von allen Restriktionen der Realität hilfreich

ist. Bei AR-Einsatz sollte bewusst die Einbeziehung der Realität eine zentrale Rolle spielen, sodass diese bspw. durch zusätzliche Informationen oder Handlungsanweisungen angereichert werden kann. Dennoch ist eine Erzeugung eines spezifischen AR- oder VR-Canvas nicht notwendig, da die disruptiven Hardware-Spezifika der Technologien ähnliche Auswirkungen auf die umgebenden Handlungsfelder haben. Die integrierten Fragestellungen sind daher gleichermaßen sowohl für VR- als auch für AR-Einsatzzwecke geeignet.

H3: XR-Canvas kollaborativ und iterativ in Workshops bearbeiten

Für alle Experten war bereits durch die Gestaltungsvorlage ersichtlich, dass das XR-Canvas mehrere Iterationen durchlaufen sollte. Dies ist vor allem dann notwendig, wenn wie im Anwendungsbeispiel aufgeführt, im ersten Workshop auf kein Fachwissen einer gewissen Stakeholdergruppe (z.B. der IT-Abteilung) zurückgegriffen werden kann. Generell ist es empfehlenswert mehrere Iterationen zu durchlaufen, bevor ein fertiger Projektplan erzeugt wird. Dabei sollten im Sinne eines bottom-up-Ansatzes sowohl die späteren Anwender mit einer ersten Iteration als auch das Management in einer darauf aufbauenden Iteration am Implementierungs- und Adoptionsprozess beteiligt werden (vgl. Galli 2018). Ein Dokumentieren von Ergebnissen aus den vorherigen Iterationen ist daher sinnvoll, sodass darauf aufbauend weitere Gestaltungspunkte hinzugefügt werden können. Von den Experten genannte operative Aspekte wie das Ausdrucken des Canvas auf eine geeignete (Schrift-)Größe sollten dabei bei Workshops beachtet werden, da sie vermeidbare Barrieren darstellen.

H4: (K)eine Bearbeitungsreihenfolge festlegen

Die elf Handlungsfelder und deren Anordnung wurden als sinnvoll und nachvollziehbar von den Experten eingeschätzt. Zwar wird zunächst ein Ausfüllen des Feldes *Wertangebote* empfohlen, jedoch wurde eine fehlende zusätzliche Vorgabe zur weiteren Bearbeitungsreihenfolge durch zwei Experten kritisiert. Diese wird beim XR-Canvas wie auch bei anderen Canvas bewusst nicht vorgegeben, da dies Dynamiken in Workshops verhindern und somit kreative Gedanken unterbinden könnte. Lukas (2018) schreibt zur Benutzung eines Canvas explizit: „Allgemein gilt: Es gibt nicht nur einen richtigen Weg, solch ein Canvas zu füllen oder zu nutzen. Es ist ein Hilfsmittel und soll somit den individuellen Anforderungen des Anwenders dienlich sein.“ Daher sollten sich Unternehmen und insbesondere Workshopleiter im Vorfeld Gedanken machen, ob und inwiefern sie durch eine Festlegung einer Bearbeitungsreihenfolge Kreativität durch formale, starre Strukturierung eintauschen wollen.

H5: Fragestellungen als erweiterbaren Rahmen ansehen

Der Einsatz der neuen, disruptiven XR-Technologien sollte immer unter Berücksichtigung des Status Quo auf allen TOEI-Ebenen stattfinden. Durch die Integration der entsprechenden Fragestellungen in den jeweiligen Handlungsfeldern konnten alle Experten bestätigen, dass dies durch den Einsatz des XR-Canvas möglich ist. Eine induktive Erweiterung oder Spezifizierung der Fragestellungen innerhalb des Workshops wurden zudem als sinnvoll eingestuft. Jedoch ist eine noch detailliertere

und spezifischere Fragestellung im generellen XR-Canvas, wie von einem Experten (E1) gefordert, als bedenklich einzustufen, da dies zu einer Überfrachtung führen kann. Ebenso sind Vorgaben, wie das von einem anderen Experten (E4) geforderte „Festhalten an der vorhandenen IT-Infrastruktur“, nicht in das XR-Canvas integriert, da sie die Ausgestaltung zu sehr determinieren indem am Status Quo festgehalten wird.

Insgesamt geht aus den Experteninterviews hervor, dass das XR-Canvas große Potenziale zur Strukturierung und Spezifizierung von XR-Projekten aufweist. Da die Entwicklung auf aktuellen Barrieren und Best Practices des Einsatzes von XR-Technologien in Unternehmen basiert, wurde in diesem Beitrag ein problemorientierter Ansatz zur Erzeugung eines Artefakts gewählt. Die Verbindung des Problemraums mit dem Lösungsraum hat sich in der Forschung der Wirtschaftsinformatik bewährt, was durch die immer häufigere Nutzung des Design Science Research Ansatzes ersichtlich wird (vgl. Peffers et al. 2007).

6 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag wurde das XR-Canvas entwickelt, welches Unternehmen als Innovationsmethode zur strukturierten Implementierung und Adoption von XR-Technologien dienen soll. Durch eine systematische Literaturrecherche konnten zunächst 35 Einflussfaktoren der Implementierung und Adoption von XR-Technologien ermittelt werden. Unter Zuhilfenahme des TOEI-Frameworks konnte ein XR-Canvas entwickelt werden, das aus elf Handlungsfeldern besteht. In diesen sind basierend auf den Einflussfaktoren jeweils spezifische Fragestellungen integriert, die kollaborativ in Workshops beantwortet werden können. Anhand eines Anwendungsbeispiels wurden der praktische Einsatz des XR-Canvas demonstriert und durch Experteninterviews Handlungsempfehlungen zur Nutzung abgeleitet. Das erzeugte XR-Canvas liefert eine Antwort auf die aufgestellte FF und kann von Unternehmen als Instrument bei der Planung zukünftiger XR-Technologien angewendet werden. Somit erweitert dieser Beitrag die Methodenbasis im Innovationsmanagement und fördert das Erreichen organisationaler Ambidextrie.

Dennoch sollte beachtet werden, dass in diesem Beitrag kein Einsatz des XR-Canvas an einem realen Praxisfall stattfindet. Erkenntnisse aus Feldstudien in Unternehmen würden weitere wertvolle Hinweise zur Praktikabilität liefern. Da ein Experte aus der Praxis sogar plant, das XR-Canvas in Zukunft einzusetzen, könnten dessen Ergebnisse Input für eine Restrukturierung und Anpassung liefern. Auch andere Praxisunternehmen sind dazu aufgerufen, das XR-Canvas für ihre vorliegenden Anwendungsfälle in Workshops einzusetzen, um weiteres Feedback geben zu können.

Funding Open Access funding enabled and organized 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 ord-

nungsgemäß 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 betreffende 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

- Bellalouna F (2020) Industrial case studies for digital transformation of engineering processes using the virtual reality technology. *Proc CIRP* 90:636–641
- Berg LP, Vance JM (2017) Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. *Virtual Reality* 21:1–17. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>
- Berkemeier L, Zobel B, Werning S et al (2019) Engineering of augmented reality-based information systems: design and implementation for Intralogistics services. *Bus Inf Syst Eng* 61:67–89. <https://doi.org/10.1007/s12599-019-00575-6>
- Bertagnolli F, Bohn S, Waible F (2018) Change canvas. In: *Change canvas*. Springer, Berlin Heidelberg, S 9–15
- Choi S, Jung K, Noh SD (2015) Engineering of augmented reality-based information systems: design and implementation for intralogistics services. *Concurr Eng* 23:40–63
- Chuah SH-W (2019) Wearable XR-technology: literature review, conceptual framework and future research directions. *Int J Technol Mark* 13:205–259
- Dahl TL, Oliveira M, Arica E (2020) Evaluation of augmented reality in industry. In: *IFIP international conference on advances in production management systems*. Springer, Berlin Heidelberg, S 495–502
- Danielsson O, Holm M, Syberfeldt A (2020) Augmented reality smart glasses in industrial assembly: Current status and future challenges. *J Ind Inf Integr* 20:100175
- Depietro R, Wiarda E, Fleischer M (1990) The context for change: organization, technology and environment. *Process Technol Innov* 199:151–175
- Dorard L (2015) The machine learning canvas. <https://www.ownml.co/machine-learning-canvas>. Zugegriffen: 2. Sept. 2022
- Dörner R, Broll W, Jung B et al (2019) Einführung in virtual und augmented reality. In: *Virtual und augmented reality (VR/AR)*. Springer, Berlin, Heidelberg
- Dwivedi YK, Wade MR, Schneberger SL (2011) *Information systems theory: explaining and predicting our digital society* Bd. 1
- Egger J, Masood T (2020) Augmented reality in support of intelligent manufacturing—a systematic literature review. *Comput Ind Eng* 140:106195
- Enrique DV, Druzcoski JCM, Lima TM, Charrua-Santos F (2021) Advantages and difficulties of implementing Industry 4.0 technologies for labor flexibility. *Procedia Comput Sci* 181:347–352
- Galli B (2018) Change management models: a comparative analysis and concerns. *IEEE Eng Manag Rev* 46(3):124–132. <https://doi.org/10.1109/EMR.2018.2866860>
- Gavish N, Gutiérrez T, Webel S et al (2015) Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interact Learn Environ* 23:778–798
- Hanisch F (2020) VR-Training im Pharma-Betrieb: Automatisierte Schulung mit VR ohne Produktionsausfall. *Atp Mag* 62:64–73
- Havemo E (2018) A visual perspective on value creation: exploring patterns in business model diagrams. *Eur Manag J* 36:441–452
- He Z-L, Wong P-K (2004) Exploration vs. exploitation: an empirical test of the ambidexterity hypothesis. *Organ Sci* 15:481–494
- Henike T, Kamprath M, Hölzle K (2020) Effecting, but effective? How business model visualisations unfold cognitive impacts. *Long Range Plann* 53:101925
- Jabil (2018) The state of augmented and virtual reality. <https://www.jabil.com/dam/jcr:eacf5015-c278-4408-8cca-6c505e9ff4ff/ar-vr-trends-white-paper.pdf>. Zugegriffen: 13. Okt. 2022

- Kaufmann M (2019) Big data management canvas: a reference model for value creation from data. *Big Data Cogn Comput* 3:1–18. <https://doi.org/10.3390/bdcc3010019>
- Kerzel U (2021) Enterprise AI canvas integrating artificial intelligence into business. *Appl Artif Intell* 35:1–12. <https://doi.org/10.1080/08839514.2020.1826146>
- Koskela L, Broft RD, Pikas E, Tezel A (2020) Comparing the methods of A3 and canvas. *IGLC 28 - 28th Annu Conf Int Gr Lean Constr* 2020, S 13–24 <https://doi.org/10.24928/2020/0136>
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J et al (2009) The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 151:W-65
- van Lopik K, Sinclair M, Sharpe R et al (2020) Developing augmented reality capabilities for industry 4.0 small enterprises: Lessons learnt from a content authoring case study. *Comput Ind* 117:103208
- Lukas T (2018) Business Model Canvas—Geschäftsmodellentwicklung im digitalen Zeitalter. In: *Führungsinstrumente aus dem Silicon Valley*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 143–159
- Mayring P, Fenzl T (2019) Qualitative inhaltsanalyse. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer, Berlin Heidelberg, S 633–648
- O'Reilly CA III, Tushman ML (2008) Ambidexterity as a dynamic capability: Resolving the innovator's dilemma. *Res Organ Behav* 28:185–206
- Osmers N, Prilla M (2020) Potential vs. practice: challenges for the implementation of augmented reality for learning and training in practice. DELFI 2020—Die 18 Fachtagung Bild der Gesellschaft für Inform eV.
- Osterwalder A, Pigneur Y (2010) *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Wiley, Hoboken
- Pan Z, Cheok AD, Yang H et al (2006) Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Comput Graph* 30:20–28
- Peffers K, Tuunanen T, Rothenberger MA, Chatterjee S (2007) A design science research methodology for information systems research. *J Manag Inf Syst* 24:45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Pöhler L, Teuteberg F (2021) Closing spatial und motivational gaps: virtual reality in business process improvement. In: *Proceeding of the 31st European Conference on Information Systems (ECIS 2021)*
- Pöhler L, Schuir J, Meier P, Teuteberg F (2021) Let's get immersive: how virtual reality can encourage user engagement in process modeling. In: *Proceedings of the 42nd International Conference on Information Systems (ICIS 2021)*
- Rathnasinghe A, Weerasinghe L, Abeynayake M, Kulatunga U (2020) The evolution of information flows in construction projects: a contemporary study on the embracing of Augmented Reality. *J Ind Inf Integ* 20:100175
- Reif R, Günthner WA (2009) Pick-by-vision: augmented reality supported order picking. *Vis Comput* 25:461–467. <https://doi.org/10.1007/s00371-009-0348-y>
- Röltgen D, Dumitrescu R (2020) Classification of industrial augmented reality use cases. *Proc CIRP* 91:93–100
- Rumsey A, Le Dantec CA (2020) Manufacturing Change: The Impact of Virtual Environments on Real Organizations. In: *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, S 1–12
- Schneeberger SJ, Habegger A (2020) Ambidextrie—der organisationale Drahtseilakt: Synergie zwischen Exploration und Exploitation als Voraussetzung für die digitale Transformation. In: *Digit Transform und Unternehmensführung Trends und Perspekt für die Prax*, S 105–144
- Schuir J, Teuteberg F (2021) Understanding augmented reality adoption trade-offs in production environments from the perspective of future employees: a choice-based conjoint study. *Inf Syst E-bus Manag* 19:1039–1085
- Schuir J, Pöhler L, Teuteberg F (2022) Zwischen Preisjägern, Datenschützern und Tech-Enthusiasten: Segmentierung des Virtual-Reality-Marktes am Beispiel Oculus. *HMD Prax Wirtschaftsinform* 59:261–279
- Stoltz M-H, Giannikas V, McFarlane D et al (2017) Augmented reality in warehouse operations: opportunities and barriers. *IFAC-PapersOnLine* 50:12979–12984
- Vaezipour A, Aldridge D, Koenig S et al (2021) “It's really exciting to think where it could go”: a mixed-method investigation of clinician acceptance, barriers and enablers of virtual reality technology in communication rehabilitation. *Disabil Rehabil* 1:1–13
- Van Krevelen DWF, Poelman R (2010) A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *Int J Virtual Real* 9:1–20. <https://doi.org/10.20870/ijvr.2010.9.2.2767>

- Vom Brocke J, Simons A, Niehaves B et al (2009) Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process. In: Proceedings of the 17th European Conference on Informations Systems, S 2206–2217
- Vorraber W, Gasser J, Webb H et al (2020) Assessing augmented reality in production: remote-assisted maintenance with Hololens. Proc CIRP 88:139–144. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.025>