

Virtual Prototyping als agile Feedback-Methode für frühe Produktentwicklungsphasen

Manuel Dudczig

Einleitung und Motivation

Im Zuge der Entwicklungen von Industrie 4.0 werden Produkte und Prozesse als Cyber-Physische-Systeme zunehmend komplexer und müssen interdisziplinärer als bislang entwickelt werden. Eine nutzerzentrierte Produktgestaltung ist zudem immer wichtiger und entscheidet über die Gebrauchstauglichkeit und das Nutzererlebnis und damit auch über die Wettbewerbsfähigkeit und den Erfolg von Produkten. Virtuelle Technologien unterstützen neben anderen Tools und Methoden den kompletten Produktentwicklungsprozess von der Konzeptphase bis hin zum Marketing und der Wartungsprozesse [Aaroma et al. 2014]. Sie helfen besonders erste Produktentwicklungsphasen zu parallelisieren und bereits vor Erstellung physischer Demonstratoren frühzeitig Nutzerfeedback bezüglich des Produkt- und Interaktionsdesigns zu erhalten. Dabei spielen sie neben physischen Prototypen eine wichtige Rolle um vor allem auch weniger technisch-orientierte Entscheider und potentielle Nutzer eine detaillierte Vorstellung vom Produkt und dessen Wirkung (z.B. in Einsatzumgebungen) zu geben [Paquin & Prouty 2014]. Somit können bereits Konzepte aber auch Varianten verglichen und bewertet werden um kundenorientierter zu Entscheiden, zu Gestalten aber auch zu Überzeugen und zu Schulen. Wichtig ist im Vergleich zu physischen Prototypen jedoch die Effekte der User Experience zwischen realen und virtuellen Präsentationen zu kennen und mit zu berücksichtigen [Brade et al. 2017]

Durch die Zunahme an performanten und bezahlbaren Virtual-Reality-Komponenten (VR-Brillen, VR-Software-Lösungen und Grafikkarten) wird diese

Technologie auch besonders für Kleine und Mittelständige Unternehmen immer attraktiver, wenn auch der Zugang zur Technologie noch beachtliche technologische Hürden mit sich bringen kann (z.B. echtzeitfähige Aufarbeitung von komplexen CAD-Daten). Aktuell wird daher noch ein hohes Maß an spezifisches Wissen zur Nutzung der Datenschnittstellen und der technisch performanten Realisierung erforderlich. Der Beitrag gibt einerseits eine Übersicht über die Möglichkeiten von virtuellen Produktdarstellungen durch Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) und 360° Medien und vergleicht diese hinsichtlich geeigneter Kriterien um eine gezielte Kommunikation zu erreichen.

Möglichkeiten von Virtual Prototyping für die Produktentwicklung

Gemäß der Definition von Wang bezüglich des Virtual Prototypings zählen grundlegend sämtliche digitale Mockups als durch Computer simulierte physische Produkte in unterschiedlichen Phasen des Produktlebenszyklus zum Zweck der Präsentation, Analyse oder auch zum Test. Dabei wird der Prozess der Erstellung und Nutzung dieser digitalen Mockups als *Virtual Prototyping* verstanden [Wang 2002]. In dieser Betrachtung sollen jedoch nicht sämtliche virtuelle Darstellungsarten betrachtet werden, wie z.B. umfassende CAx-Werkzeuge sondern eine Einschränkung auf die immersiven Technologien VR, AR und 360° Medien erfolgen. Dabei sind VR und AR meist als Echtzeitdarstellungen und 360° Medien als Nicht-Echtzeitdarstellungen jedoch dennoch als interaktive Medien einsetzbar. Grundsätzlich reicht dabei die Bandbreite zwischen einer Darstellung von rein realen Objekten (Real Environment bzw. Realität) und komplett virtueller Darstellung (Virtual Environment bzw. Virtueller Realität), zwischen dem „was ist“ und dem „was sein kann“. Für eine Einordnung dient dabei das von Professor Paul Milgram erstellte Kontinuum (auch bekannt unter *Milgram Continuum* oder *Virtuality Continuum*), welches in Abbildung 1 dargestellt ist [Milgram et al. 1995].

Je nachdem welche Informationen für Produkte im Prozess der Produktentwicklung zur Verfügung stehen und wie relevant und notwendig ein dargestellter Umgebungskontext für eine Kommunikation ist, können die unterschiedlichen Technologien (VA, AR und 360° Medien) ihre spezifischen Vorteile und Möglichkeiten ausspielen. Bevor diese Technologien hinsichtlich

geeigneter Kriterien bezüglich des Einsatzes in der Produktentwicklung einen Vergleich finden, werden diese noch kurz beschrieben.

360° Rendering: Auf Basis von virtuellen Modellen (CAD-Daten, 3D-Modelle, auch mit realen 360° Fotos kombinierbar) werden sphärisch verzerrte Bilder gerendert und je nach Blickrichtung in der Ausgabe interaktiv angepasst. Dabei kommen diverse Mapping-Verfahren zum Einsatz, welche die 2D Bildinformationen auf eine virtuelle Kugel (z.B. equirectangular Mapping) oder einen virtuellen Quader (z.B. Cube-Mapping) in der Anwendung projizieren. Ein großer Vorteil ist das plattformübergreifende Medium als Einzelbild oder Videoformat welches sich sowohl auf mobilen Endgeräten (Handys, Tablets), VR-Brillen über Webseiten oder am PC über zahlreich verfügbare Player abspielen lässt. Die interaktive Bedienung erfolgt dabei per Maussteuerung, Blicksteuerung oder über verfügbare Gyrosensoren am Endgerät. Damit lassen sich Produkte, Räume und Visionen innovativ, schnell und weitreichend vermitteln. Da Kamerapositionen vorher definiert und die Bilder vorab gerendert werden, zählt dieses Verfahren nicht zu den Echtzeit-Darstellungen, erreicht aber damit höhere Auflösungen und grafische Darstellungsqualität.

Virtual Reality (VR): Im Gegensatz zu 360° Renderings wird bei VR-Applikationen die Darstellung blickrichtungs- und eingabeabhängig in Echtzeit berechnet und im Maßstab 1:1 sowie in Stereoskopie ausgegeben. Dies verleiht einen noch realistischeren Eindruck von Produkten, Prozessen und Räumen, da Interaktionen wie Maschinenfunktionen, Produktvariationen und Standortwechsel vom Nutzer durchgeführt werden können. Voraussetzung ist jedoch eine leistungsfähige Hardware (VR-Brille mit Gaming-Rechner oder mobile VR-Brille mit entsprechend aufbereiteten 3D-Daten).

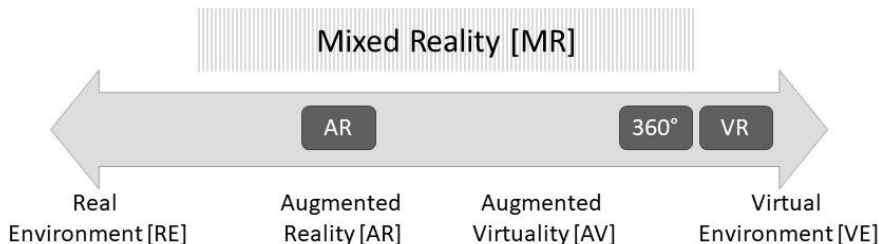


Abbildung 1: Virtuality Continuum nach Milgram [Milgram et al. 1995]

Augmented Reality (AR): Ebenso wie VR-Applikationen werden AR-Applikationen in Echtzeit berechnet. Jedoch sieht der Nutzer im Gegensatz dazu die reale Welt durch eine teiltransparente Brille oder durch einen Videostream in mobilen Endgeräten (Tablet, Handy). Dabei wird die reale Welt um virtuelle Daten (3D-Modelle, Informationen, Animationen usw.) ergänzt bzw. erweitert. Grundlage für eine stimmige Darstellung zwischen realer und virtueller Information ist das Tracking der realen Bezugsobjekte (z.B. Aufstellebenen, Bezugsmodell, QR-Marker). Geeignet ist diese Darstellungsform wo reale Prototypen, Produkte und Räume bereits vorhanden sind und virtuelle Inhalte (z.B. 3D-Modelle, technische Daten, Prozessanimationen, virtuelle Gestaltungsobjekte) dargeboten werden.

Je nachdem welche Technologie zum Einsatz kommt, spielt ebenso das Ausgabegerät eine wesentliche Rolle hinsichtlich der erreichbaren Effekte und notwendigen Ressourcen für die Realisierung. So besteht die Möglichkeit VR-Anwendungen zur Produktpräsentation auf High-End-VR-Brillen mit entsprechend hochleistungsfähigen Render-PCs auszugeben oder auch eine mobile VR-Brille ohne PC zu nutzen, die jedoch meist nur eine Rotationserfassung des Blickwinkels erlaubt. Eine Darstellung von AR-Applikationen kann über eine dezidierte AR-Brille mit Tiefenerfassung des Raumes oder auch als Darstellung auf einem Tablet mit Videostream erfolgen. Die 360° Medien lassen sich ebenfalls im 360° Video als Webmedium auf Sozialen Kanälen teilen oder auch als eine interaktive App für Tablets erstellen. Damit ergeben sich für eine Darstellung von Konzepten, virtuellen Prototypen oder bereits detailliert gestalteten Produkten für Nutzerbefragungen, Design-Reviews oder Stakeholder-Präsentationen neben realen Prototypen vielseitige Möglichkeiten der interaktiven und immersiven Präsentation. Der grundlegende Workflow zur Erstellung dieser Medien sowie die Schnittstellen der Hardwarekonfiguration werden am Beispiel von nutzerzentrierte Studien zur Interaktionsgestaltung mittels VR-Applikationen in [Brade et al. 2018] geschildert.

Die sechs hier betrachteten Darstellungsformen werden hinsichtlich folgender *Kriterien* verglichen. Die *Interaktionen* bezeichnen die Möglichkeiten einerseits im Medium zu Navigieren als auch mit den Produkten zu interagieren (z.B. Variantenauswahl, Manipulation, virtuelle Bedienung). Der *grafische Detailgrad* der Darstellung hängt stark von der eingesetzten Hardware, Daten-

aufbereitung und Echtzeitanforderung des Mediums ab. Die *Immersion* betrifft das gefühlte Eintauchen in die Virtuelle Repräsentation und stellt die technisch bedingten, maximalen Möglichkeiten dar. Der *Produktkontext* kann je nach Medium im realen Raum, als 360° Bilder oder über 3D-Modelle erfolgen und damit in unterschiedlicher Qualität erfolgen. *Geringe Hardwarekosten und Datenaufbereitungsprozesse* sind aus wirtschaftlicher Sicht wünschenswert und meist stark hardwareabhängig erreichbar. Die *Multi-Plattformfähigkeit* beschreibt die Möglichkeit diverse Betriebssysteme oder Ausgabegeräte mit geringen Anpassungsaufwand zu nutzen. Die *mediale Reichweite* der Darstellung ist stark von dem Vorhandensein notwendiger Ausgabegeräte und der schnellen Übertragbarkeit der Darstellung abhängig. In der Abbildung 2 stehen sich die betrachteten technischen Realisierungsmöglichkeiten hinsichtlich der erläuterten Kriterien gegenüber.

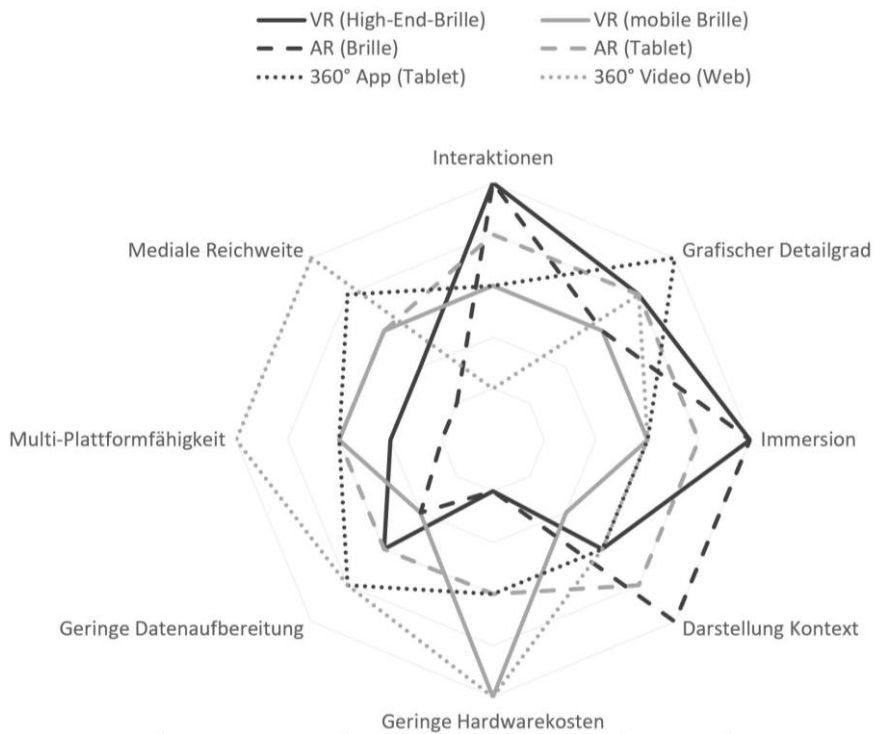


Abbildung 2: Vergleich Virtueller Technologien hinsichtlich Kriterien für die Produktentwicklung

In Abhängigkeit der Anforderungen an frühzeitige Feedbackprozesse bezüglich der Produktentwicklung und -gestaltung ist ein gezielter Technologieeinsatz mit abgestimmter Auswahl der Ausgabehardware unerlässlich. So kann ein crowdfunding-finanziertes Produkt per Voting mit ausgewählten Produktvarianten (Formgebung, Materialgestaltung oder Farbvarianten) durch ein 360° Video schnell zu den gewünschten Aussagen (Farbkombination, Decals, Form) führen. Eine technisch komplexe Maschinenneuentwicklung hingegen könnte als VR Produkterlebnis mit High-End-Hardware bereits frühzeitig im Entwicklungsprozess auf Basis von CAD-Daten als erster Prototyp dienen um Wirkung, Funktion und Ergonomie in interdisziplinären Teams zu optimieren. Wenn der reale Nutzungskontext unerlässlich ist, spielen AR-Lösungen ihren klaren Vorteil aus. Somit kann kein Medium als stets überlegen identifiziert werden. Sind Prozesse zur Realisierung von virtuellen Prototypen in die Entwicklungsstrukturen bereits firmenintern etabliert können auf Basis bereits aufbereiteter 3D-Szenen auch unterschiedliche der genannte Medien ergänzend genutzt werden um maximale Effekte der Virtuellen Technologien zu erreichen. Dieses Vorgehen kann auch über die diversen Phasen des Produktlebenszyklus verteilt werden um jeweils unterschiedliche Zielsetzungen zu erreichen (z.B. VR im Design-Review, 360° Medien im Marketing und AR in der Produktschulung).

Generell bieten die verglichenen Arten der Virtuellen Darstellung gegenüber physischen Prototypen oder auch reinen 2D-Darstellungsformen je nach spezifischer Realisierung damit folgende Vorteile:

- Darstellung im Maßstab 1:1 (auch mit virtueller Darstellung des Kontexts)
- Darstellung in Stereoskopie (außer AR und 360° Ansichten auf Displays)
- Darstellung von visuell verborgenen Details und simulierter Prozesse
- Interaktivität (z.B. Zusatzinfos, Animationen, Material- oder Gestaltvarianten)
- mobile Darstellungsformen auch bei großen und komplexen Produkten

Dennoch gibt es Grenzen und Nachteile der genannten Medien, die einen kompletten Ersatz von physischen Prototypen meist ausschließen:

- Produktvalidierung nur eingeschränkt möglich
- haptisches Feedback (Material und Form) nur eingeschränkt möglich
- teils aufwendige Datenaufbereitung komplexer CAD-Modelle
- Notwendigkeit spezifischer und teil kostenintensiver Hardware (z.B. AR-Brille)

Anwendungsbeispiele und Kundennutzen von Virtuellen Technologien

Für das Startup bowbike UG wurde in frühen Kommunikationsphasen vor Fertigstellung eines physischen Prototyps eine VR-Produktpräsentation für Kundenfeedback durchgeführt. Die Gründer haben das Fahrradrahmendesign in Bogenform neu gedacht und durch Ersatz des Unterrohres und der Kettenstreben anhand textiler Hochleistungsseile eine völlig neue Kraftverteilung im Rahmen und dadurch ein einzigartiges Design erreicht. Erste physische Prototypen des iterativ entwickelten Designs waren bereits hergestellt. Jedoch konnte die nächste Designstufe bereits ein halbes Jahr vor Fertigstellung der Nullserie als interaktives, manipulierbares virtuelles Modell mit einer High-End-VR-Brille erlebt werden. Somit war es möglich auf Messen und bei potentiellen Kunden oder Vertriebspartnern sowohl das Interesse fürs Produktdesign als auch Feedback zu Gestaltungsoptionen (Farbgebung, Decals, technische Ausstattung) zu gewinnen. Die Weiternutzung der echtzeitfähigen 3D-Daten ist in diesem Fall auch für die weiterführenden Prozesse einer Crowdfunding-Kampagne (360° Medien) als auch als virtueller Produktkonfigurator (z.B. als AR-App) geplant. Somit können in diesem Anwendungsfall sowohl zeitliche Prozesse parallelisiert als auch das Nutzerfeedback interaktiver und weitreichender eingeholt werden.

Ein zweites Beispiel zum Einsatz Virtueller Technologien in der Produktentwicklung kommt von der Firma Lichtliebe GmbH. Diese stellen Designerlampen aus Holz und Beton her mit diversen Konfigurationsmöglichkeiten und haben bei einer typischen Präsentation auf Messen immer den Nachteil einer sehr künstlichen, nicht wohnlichen und fremdlicht-beeinflussten Umgebung. Ziel der Entwicklung war es bereits für neue Produkte im Prototypenstatus eine Darstellungsform zu entwickeln welche die Wirkung im Raum sehr gut abbildet. Dazu wurde in Absprache mit dem Kunden eine virtuelle Testwoh-

nung erzeugt und die gewünschten Lampentypen in diversen Farbkonfigurationen entsprechend des Lampentyps (Steh-, Hänge, Außenlampe) platziert. Anhand verfügbarer IES-Daten (physisches Strahlverhalten der Lichtquelle) konnte sowohl eine hochaufgelöste, interaktive Echtzeitdarstellung mit VR als auch ein plattformübergreifendes 360° Video als virtueller Rundflug mit Sonnenlichtverlauf für Soziale Medien und als mobiles Marketingtool erzeugt werden. Zudem wurde durch eine AR-Applikation auch ein Konfigurator (Deckfarben, Lasuren und textile Kabelvarianten) erstellt, welcher gerade das Vorhandensein sämtlicher Produktkonfigurationen für Produktfotos oder im Ausstellungsraum ersetzt. Auch in diesem Fall zeigten sich positive Effekte in der Zeitschiene des Produktlebenszyklus aber auch eine Vergrößerung der medialen Reichweite durch interaktive und kontextbezogene Produktpräsentationen per AR-Kunden-App.

Fazit und Ausblick

Auch wenn sich durch virtuelle Technologien wie VR, AR und 360° Medien bereits Phasen der Produktentwicklung und -kommunikation leicht ändern, so wird mit fortwährender Weiterentwicklung der Hardware (Ausgabeeinflussung, Trackingqualität, Field-of-View, mediale Verbreitung und Preisgestaltung) sich dies noch verstärken. Neben typischen Anwendungen für marketingbezogenen Einsatz bietet die Technologie jedoch noch viel Potential für die Phasen der eigentlichen Gestaltung, Optimierung aber auch Inbetriebnahme und Schulung mit unterschiedlichen Professionen. Derzeit hängt die Gebrauchstauglichkeit dieser Medien noch stark von der Qualität der eingesetzten Hardware und dafür erstellter Software-Implementation ab, da gerade bei echtzeitfähigen Darstellungen ein Kompromiss aus grafischer Qualität und Bildwiederholrate teils durch manuelle Datenaufbereitung errungen werden muss. Zu Hoffen bleibt, dass sich automatisierte Prozesse zur Datenaufbereitung direkt aus nativen CAD-Formaten durchsetzen und bezahlbar etablieren um diese Prozesse zu beschleunigen. Gerade ein Mix aus physischen Prototypen (z.B. Additive Fertigung) mit virtueller Überblendung der optischen Gestalt ergeben interessante Anwendungsfelder beide Arten von Prototypen und damit auch deren Vorteile zu verbinden.

Literaturverzeichnis

- Aromaa, S., Leino, S.-P., Viitaniemi, J., 2014. Virtual Prototyping in Human-Machine Interaction Design. VTT Technology.
- Brade, J., Lorenz, M., Busch, M., Hammer, N., Tscheligi, M., & Klimant, P. 2017: Being there again—presence in real and virtual environments and its relation to usability and user experience using a mobile navigation task. In: International Journal of Human-Computer Studies, 101, 76-87.
- Brade, J., Dudczig, M., & Klimant, P. 2018: Using Virtual Prototyping Technologies to Evaluate Human-Machine-Interaction Concepts. In: aw&l Conference (Vol. 3).
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. 1995: Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: Telemanipulator and telepresence technologies (Vol. 2351, 282-293). International Society for Optics and Photonics.
- Paquin, R., Prouty, K. 2014: The Value of Virtual Simulation Versus Traditional Methods: A research report. Online: https://www.innova-systems.co.uk/wp-content/uploads/WP_SIM_Value-of-Virtual-Simulation-versus-traditional-Methods.pdf, veröffentlicht 2015, abgerufen am 20.2.2019
- Wang, G.G., 2002. Wang, G. G. (2002). Definition and review of virtual prototyping. Journal of Computing and Information Science in engineering, 2(3), 232-236.

Kontakt

Dipl.-Ing. Manuel Dudczig
VRENDEX
Dorfstraße 65
Königshain-Wiederau
www.vrendex.de

