

Das VRlab im Deutschen Museum

Deutsches Museum Digital

Konzept & Idee

Hohe Wachstumsraten (vgl. Statista 2019) versprechen für digitale Technologien, wie *Virtual Reality* (VR) und *Augmented Reality* (AR), in den kommenden Jahren eine positive Zukunft. Für Kultur- und Bildungseinrichtungen stellen sie zugleich eine Bereicherung als auch eine Herausforderung dar.

Als Virtual Reality (VR) wird dabei das Eintauchen in eine virtuelle Welt mit Hilfe einer VR-Brille bezeichnet. Darunter fallen in der Praxis auch 360° Videos (Fußnote: rein nach der Definition zählen 360° Videos, wie z.B. Cinematic VR, allerdings nicht zu VR), die man sich mit dem eigenen Smartphone und einer entsprechenden Halterung anschauen kann. Ein vollständiges VR Erlebnis entsteht durch Installationen mit Controllern und Tracking-Systemen, welche die Interaktion mit virtuellen Elementen und damit die Manipulation der virtuellen Welt ermöglichen. Unter Augmented Reality (AR) oder der *erweiterten Realität* versteht man die Projektion virtueller Elemente in die „reale“ Welt mit Hilfe von Smartphones oder durchsichtigen AR-Brillen. Unter Verwendung von photogrammetrischen sowie weiteren 3D-Scanverfahren, aber auch über sogenanntes *Reverse Engineering* und Modellierungen, können museale Objekte dreidimensional bzw. virtuell aufbereitet und den Besucher*innen zur Verfügung gestellt werden, auch wenn diese nicht auf den Ausstellungsflächen ausgestellt sind.

Im August 2018 wurde das [VRlab im Deutschen Museum](#) eröffnet, als ein Ergebnis des Teilprojekts M3 im Rahmen des Verbundprojekts museum4punkt0. Das VRlab ist dabei mehr als eine Ausstellungsfläche, es fungiert ebenso als

- virtuelle Erweiterung des Ausstellungsraums
- Experimentierfläche
- Gläsernes Labor

Das VRlab als virtuelle Erweiterung des Ausstellungsraums

Auf insgesamt 120 Quadratmetern wurde ein Anmeldebereich, eine Multifunktionsfläche sowie drei Flächen zur Präsentation von VR-Sequenzen platziert (siehe Abb. 1). Im **virtuellen Ausstellungsraum** werden 3D gescannte und aufwendig nachmodellerte Objekte des

Deutschen Museums präsentiert. Neben einem Fahrsimulator, mit dem man virtuell über die Mondoberfläche fahren und die Landing Site der Apollo 15 Mission erkunden kann, werden auf den zwei VR Flächen neben dem Apollo 15 Szenario die Präzisions-Ventil-Dampfmaschine der Gebrüder Sulzer, der Benz Patent-Motorwagen Nummer 1 sowie der Normalsegelapparat von Otto Lilienthal in virtuelle Welten versetzt. So können Besucher*innen z. B. die Dampfmaschine in einer Spinnerei des 19. Jahrhunderts nicht nur besichtigen, sondern sich auch einzelne Bauteile und Mechanismen, wie den Dampfkreislauf anzeigen und erklären lassen. Für die Modellierung der jeweiligen Sequenzen wurde entsprechend auf die Scandaten zweier Verfahren (Photogrammetrie und Laserscan) sowie auf Baupläne, Unterlagen oder sogar Satellitenaufnahmen und Originaldaten der NASA zurückgegriffen, um beispielsweise die Mondoberfläche mit den jeweiligen Standorten von Landefähre und Forschungsstation möglichst realitätsgetreu darzustellen.

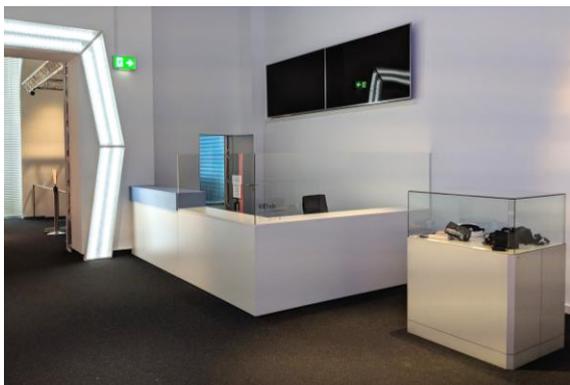


Abb.1: Das VRlab.

Der Anmeldebereich mit Vitrine zur historischen Entwicklung von 3D-Technologien (links) sowie VR-Flächen mit Fahrsimulator im Betrieb (rechts). Foto: Deutsches Museum Digital, CC BY-SA 3.0

Das VRlab als Experimentierfläche

Das VRlab als Labor beziehungsweise als **Experimentierfläche** wurde explizit modular und offen gestaltet, um einerseits neue technologische Entwicklungen zeitnah testen zu können und andererseits auch die Technologie hinter dem Erlebnis den Besucher*innen zugänglich zu machen. Über die Projektlaufzeit werden hier unterschiedliche Fragestellungen wissenschaftlich bearbeitet und nachhaltig dokumentiert. Hierfür wurden von Beginn an Herausforderungen, Maßnahmen und Entscheidungsprozesse dokumentiert. Zudem wurden seit der Öffnung des VRlabs Daten erhoben, um folgende Fragen zu beantworten:

- Welche infrastrukturellen Voraussetzungen sind für den Aufbau eines VRlabs bzw. einzelner VR-Flächen notwendig (z.B. im Hinblick auf die Raumgröße oder das technische Equipment)?

- Welche Betriebskonzepte bieten sich an, wenn virtuelle Objekte Besucher*innen zugänglich gemacht werden sollen (z.B. mit oder ohne Anmeldung)?
- Welche digitalen Vermittlungsmethoden können in VR-Szenen eingesetzt werden (z.B. virtuelle Touren oder freies Explorieren der Nutzer*innen)?

Im Rahmen der Untersuchung wurden unterschiedliche wissenschaftliche Methoden angewandt, um diese Fragen zu erheben. Bereits zu Beginn wurden **Beobachtungstagebücher** für das Betreuungspersonal eingeführt und Weiterentwicklungen für die Dokumentation festgehalten. Ergänzt werden die so gesammelten Daten durch **10 leitfadengestützte Interviews** sowie einer **Fragebogenanalyse** (n = 400), welche aufbauend auf der Analyse der Interviews entwickelt wurde. Hinzu kommen kurze Teststrecken mit anderen VR-Systemen, wie 360-Grad-Brillen, die ohne Betreuungspersonal eingesetzt werden können, diverse andere Hardwaresysteme oder technologische Erweiterungsansätze, wie Eye Tracking zur Unterstützung der Menüführung.

Das VRlab als “Gläsernes Labor”

Gleichzeitig fungiert das VRlab als eine Art “**Gläsernes Labor**”. Gläserne Labore im Deutschen Museum haben eine lange Tradition (Hix, Schüßler & Trixler, 2012; Weitze & Heckl, 2016). Das “Gläserne Forscherlabor” im Zentrum Neue Technologien bietet den Besucher*innen Einblicke in die Arbeitsweise von Forscher*innen zu Fragestellungen der Nanotechnologie. Im VRlab geht es statt um transparente Forschungsprozesse um die Sichtbarmachung aktueller technologischer Entwicklungen hinsichtlich Virtual Reality and Augmented Reality. Entsprechend wurde die Technik (z.B. Tracking-Systeme) sichtbar platziert und das Betreuungspersonal dahingehend instruiert nicht nur über die virtuellen Objekte, sondern auch über die Funktionsweisen der Technologie aufzuklären. Darüber hinaus wird die Fläche regelmäßig an kooperierende Firmen sowie Künstler*innen und Studierendenprojekte vergeben, um den Besucher*innen Einblicke in die Verwendung von VR-Technologien zu geben - z.B. VR in der Medizin, in der Logistik oder als Kunstobjekt. So erhalten Besucher*innen Einblicke in unterschiedliche technologische Entwicklungen sowie Vermittlungskonzepte.

Wie plant man ein VRlab?

In den letzten drei Jahren haben wir, ausgehend von unseren Erfahrungen, nachnutzbare Anleitungen für andere Kultureinrichtungen erstellt. Hierzu gehören zwei Grafiken, die dabei helfen sollen VR- und AR-Anwendungen in den Ausstellungsraum zu integrieren. Abb. 2 zeigt

Hinsichtlich der Infrastruktur ist die Frage nach dem verfügbaren Raum nicht zu unterschätzen. Raum spielt vor allem dann eine Rolle, wenn es sich um eine interaktive VR-Installation (mit Controllern und Tracking) handelt. Um sich ausreichend in der virtuellen Umgebung bewegen zu können, ohne sich zu verletzen, wird auch "real" im Ausstellungsraum ausreichend Platz benötigt. Aber auch für 360° Anwendungen wird ausreichend Platz benötigt, um z.B. Brillen zu befestigen und Drehstühle mit ausreichend Freiraum zu platzieren, auf denen die Besucher*innen sich die Filme anschauen können. Zusätzlicher Raumbedarf entsteht auch durch den organisatorischen Rahmenablauf, wie Anmeldung, Einweisung und wartende Besucher*innen(gruppen).

Im VRlab haben wir uns außerdem für eine spezielle Aufhängung entschieden, um die Technologie für das Tracking sichtbar zu machen. Zudem lässt sich dadurch der Raum flexibel gestalten (z.B. wenn für Projektionen Beamer an der Decke befestigt werden müssen). Dieses System ist eine Sonderkonstruktion für das VRlab, die uns die Möglichkeit bot im Rahmen von museum4punkt0 möglichst viele Technologien zu testen. Aber auch ohne eine solche Konstruktion muss berücksichtigt werden, dass die Technologie korrekt installiert wird. Ein Tracking-System kann z.B. an der Wand oder auf Stativen befestigt werden. Für den Boden bieten sich Abklebungen an, um die VR-Fläche zu markieren. So kann verhindert werden, dass andere Besucher*innen über die Fläche laufen und mit den Nutzer*innen kollidieren. Wenn die VR-Brille mit Kabel genutzt wird sollte auch vorab geplant werden, wie das Kabel geführt wird (z.B. über eine Aufhängung an der Decke).

Neben Fragen zum Platzbedarf müssen auch räumliche Umbauten sowie die vorhandene Elektronik berücksichtigt werden, z.B. die Aufhängung von Bildschirmen, Räume, um z.B. Rechner für Besucher*innen unzugänglich zu platzieren (im VRlab wurden die Rechner hinter den Jalousien platziert). Im VRlab wurden zudem Bildschirme an jeder VR-Fläche platziert, um den Besucher*innen die Möglichkeit eines Vorabindrucks der virtuellen Sequenzen zu bieten, sowie am Erlebnis anderer Besucher*innen teilzuhaben. Außerdem muss der Raum über ausreichend Steckdosen (nicht nur für das System im Betrieb, sondern auch genügend Ladestationen) und vorzugsweise mindestens einen Internetanschluss verfügen, um regelmäßige Updates durchzuführen. Die Ladestationen sollten gut zugänglich und ausreichend sein, um zwischen den Öffnungszeiten die Controller und die Akkus der kabellosen VR-Headsets zu laden. Genügend Ersatzhardware bietet sich an um im Entladungs- oder Problemfall den Betrieb nicht unterbrechen zu müssen.

Im besten Fall ist im Ausstellungsraum WLAN verfügbar - dies ermöglicht eine dezentralisierte Anmeldung durch die Besucher*innen oder die Zurverfügungstellung zusätzlicher Informationen, beispielsweise über QR-Codes. Neben leistungsfähigen Rechnern müssen auch die Brillensysteme ausgewählt werden. Hier gilt es, einen Kompromiss aus neuester Technologie und einem ökonomischen Einsatz derselben zu finden. Dass angeschaffte Systeme frühzeitig als veraltet gelten können, muss unter diesem Aspekt akzeptiert und entsprechend antizipiert werden. Zudem muss darüber entschieden werden, ob das Museum die virtuellen Inhalte selbst herstellt oder ob eine externe Firma diese zur Verfügung stellt. Entsprechend ist auch die Anschaffung von Hard- und Software für die Aufzeichnung von 360-Grad-Videos oder den 3D-Scan eigener Objekte notwendig.

Der größte Kostenfaktor bei interaktiven VR-Installationen, wie jenen im VRlab, ist das benötigte Personal, um die Besucher*innen einzuweisen und während des Besuchs der virtuellen Realität zu betreuen. Aber auch die Erstellung der VR-Sequenzen kann teuer werden.

Übersicht über die infrastrukturelle Ausstattung des VRlabs:

- 120 qm gesamt
- ca. 80 qm für VR-Flächen
- 2x 9 qm interaktive VR-Flächen mit Abklebungen am Boden
- 1 Fahrsimulator auf ebenfalls ~9qm
- 1 Anmeldebereich mit Informationsdesk mit voll ausgestattetem Arbeitsplatz, um die Bildschirme im Eingangsbereich zu bespielen und kurzfristige Änderungen vorzunehmen (z.B. Druck neuer Anmelde Listen)
- 2 Bildschirme im Anmeldebereich (für Teaser & Vorabinformationen)
- Abschließbarer Schrank mit technischem Equipment (Brillen und Controller) inklusive Ladestationen und Ersatzgeräten im Anmeldebereich
- 2 Rechner für die VR-Flächen (inklusive aller Anschlüsse)
- Rechner und Bildschirm für den Fahrsimulator direkt im Fahrsimulator integriert
- Tracking-Systeme über den Flächen mit Kabelführung zu den Rechnern
- 2 Bildschirme an den VR-Flächen (je 1 pro Installation)
- Stühle hinter den VR-Flächen (v.a. für Freunde und Familie der Besucher*innen)
- Drehstühle mit Rollen für Betreuungspersonal oder weniger mobile Besucher*innen
- LTE-WLAN-Router für System-Updates und betriebsrelevante Mobilgeräte
- Absperrung am Eingang zum VRlab
- Umfangreiches Hygienematerial

Hardware & Software

Bei der Wahl der für die VR-Flächen verwendeten Hard- und Software haben wir uns an spezifischen Kriterien orientiert, in der folgenden Tabelle (Tabelle 1) aufgelistet sind. Als "VR-Area" seien folglich VR-Freiflächen definiert in denen sich Besucher*innen frei mit Controller(n) und VR-Headset bewegen können - in Abgrenzung zum Fahrsimulator als weitere Umsetzung einer VR-Fläche. Die in Tabelle 1 genannten Auswahlkriterien entsprechen den Entscheidungsgrundlagen zum Zeitpunkt der Eröffnung im Jahr 2018 und dienen lediglich als Beispiel, um Ansatzpunkte für eigene Anschaffungen zu liefern. Die Liste ist dagegen keine Anschaffungsempfehlung.

Kategorie	Verwendete Systeme	Auswahlkriterien
VR-Ökosystem	<p>Oculus (Fahrsimulator [2018 - 2020])</p> <p>SteamVR (VR-Areas [2018 ff.], Fahrsimulator [2020 ff.])</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilität & Kompatibilität - Anpassungsmöglichkeiten - Datenstandards
VR-Trackingsystem	<p>Oculus Rift Sensor (Fahrsimulator [2018 - 2020])</p> <p>Lighthouse 1.0 (VR-Areas [2018 - 2020])</p> <p>Lighthouse 2.0 (VR-Areas, Fahrsimulator [2020 ff.])</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung für 6DoF-Tracking - Stabilität & Kompatibilität
VR-Headsets - auch "Head-Mounted Displays" (HMDs) genannt	<p>Oculus Rift (Fahrsimulator [2018 - 2020])</p> <p>HTC Vive (Pro) (VR-Areas [2018 - 2020])</p> <p>Valve Index (VR-Areas, Fahrsimulator [2020 ff.])</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilität & Kompatibilität - Technische Merkmale, wie Auflösung, Bildwiederholrate, Sichtwinkel, Farbwiedergabe - Hygiene - Preis / Leistung
VR-Controller	<p>HTC Vive Wand Controller (VR-Areas [2018 ff.])</p> <p>Joystick & Knöpfe (Eigenanfertigung) (Fahrsimulator [2018 ff.])</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilität & Kompatibilität - Intuitivität - Hygiene
VR-PC (zur Ausspielung der	High-End Consumer PC (Stand 2018: aktuelle High-End	- Leistungsstärke in Bezug auf darzustellende Inhalte

VR-Inhalte auf HMDs und Bildschirmen)	CPU & GPU, ausreichend RAM & SSD Speicher) (VRlab PCs [2018 ff.]	- Preis / Leistung
Fahrsimulator Unterbau	Motion Systems - Motion Platform PS-3TM-350	Externer Anbieter
Bildschirme VR-Flächen	Panasonic TX-65EXW784 3D UHD (VR-Areas [2018 ff.]	- Größe passend zu Anwendungszweck, Anzahl & Entfernung NutzerInnen - Auflösung & Farbwiedergabe - 3D-Kompatibilität - Preis / Leistung
Wireless VR-Systeme	TPCast Wireless Adapter for HTC Vive (VR-Areas [2018 - 2019]) VIVE Wireless Adapter (VR-Areas [2019 ff.]	- Verfügbarkeit - Stabilität & Kompatibilität
VR - Entwicklungssoftware	Unreal Engine (Haupt VR-Sequenzen [2018 ff.], alle Flächen) Unity Engine	- Wahl der jeweiligen Entwickler - Lizenzgebühren

Tabelle 1: Auflistung der verwendeten Hard- & Software und dabei angewandte Auswahlkriterien.

Für die Anschaffung der Hard- und Software des VRLabs haben wir Vergabeverfahren durchgeführt. Hierfür war zu berücksichtigen, dass alle benötigten Produkte ausreichend begründet wurden.

Für die Erstellung der VR-Inhalte wurde mit der Firma VR-Dynamix GmbH im Rahmen einer Forschungskooperation zusammengearbeitet. Diese Form der Kooperation bedeutet, dass gemeinsam technologische Entwicklungen hinsichtlich der Visualisierung, der Usability und anderen Fragestellungen entwickelt und erprobt werden. Es wird also kein Endprodukt vordefiniert, sondern gemeinsam an einem möglichen Produkt gearbeitet.

Vermittlungskonzept

Im VRLab des Deutschen Museum werden insgesamt vier Objekte gezeigt:

- Präzisions-Ventil-Dampfmaschine der Gebrüder Sulzer
- Landing Site der Apollo 15 Mission
- Normalsegelapparat von Otto Lilienthal
- Benz Patent-Motorwagen Nummer 1

Die Auswahl der Ausstellungsobjekte orientierte sich an verschiedenen Kriterien. Dabei möchten wir hervorheben, dass das VRlab hier einen Sonderfall darstellt, weil ein eigener abgeschlossener Raum geschaffen wurde, um Objekte virtuell darzustellen. Viel häufiger geht es aber um die Einbindung virtueller Technologien in bestehende Ausstellungskonzepte. Hinsichtlich digitaler Vermittlung im Ausstellungsraum sollte dabei immer erst die Frage gestellt werden, ob die virtuellen Technologien auch dazu beitragen das jeweilige Vermittlungsziel zu erreichen. Dies umso mehr, wenn es um die Integration von VR in Ausstellungskonzepte geht. VR muss nicht per se die beste Lösung sein.

Für das VRlab orientierten wir uns v.a. daran, welche Objekte sich für eine interaktive VR-Installation auf einer eigenen Fläche anbieten. So befindet sich z.B. das Lunar Roving Vehicle im Rahmen der Umbaumaßnahmen am Deutschen Museum derzeit im Depot. Mit Hilfe des VRlabs können Besucher*innen das Objekt aber dennoch betrachten und es sogar bei einer Fahrt über die Mondoberfläche ausprobieren (siehe Abb. 4).



Abb. 4: Screenshot der VR-Installation zum Lunar Roving Vehicle. Screenshot: Deutsches Museum Digital, CC BY-SA 3.0

Die Präzisions-Ventil-Dampfmaschine der Gebrüder Sulzer dagegen steht in einem Ausstellungsraum ein Stockwerk unterhalb des VRlabs und kann im Rahmen von Sondervorfürungen sogar simuliert in Betrieb genommen werden. Hier bot sich die virtuelle Darstellung an, um einzelne Mechanische Elemente hervorzuheben (z.B. den Dampfkreislauf oder den Fliehkraftregler) und die Maschine durch die virtuelle Platzierung in einer Spinnerei historisch zu re-kontextualisieren (siehe Abb. 5).



Abb. 5: Screenshot der VR-Installation zur Sulzer Dampfmaschine. Screenshot: Deutsches Museum Digital, CC BY-SA 3.0

Ganz ähnlich verhielt es sich bei der Wahl des Normalsegelapparats von Otto Lilienthal. Das Objekt befindet sich ebenso im Ausstellungsraum. Die virtuelle Realität bietet hier die Möglichkeit den Lilienthalgleiter in Aktion zu betrachten. Gezeigt wird eine Szene der ersten Flüge von Otto Lilienthal vom Fliegeberg in der Nähe von Berlin. Bei der Betrachtung des Fluges können sich Besucher*innen z.B. darüber informieren wie das Auftriebsprinzip funktioniert (siehe Abb. 6).



Abb. 6: Screenshot der VR-Installation zum Lilienthalgleiter. Screenshot: Deutsches Museum Digital, CC BY-SA 3.0

Der Benz Patent-Motorwagen Nummer 1 von Carl Benz wurde schließlich gewählt, um einen virtuellen Blick in das Objekt zu ermöglichen. In der virtuellen Sequenz, in der der Wagen im Hinterhof von Carl Benz platziert ist, können sich Besucher*innen technische Details des Wagens, wie z.B. des Motors anzeigen und erklären lassen (Abb. 7).

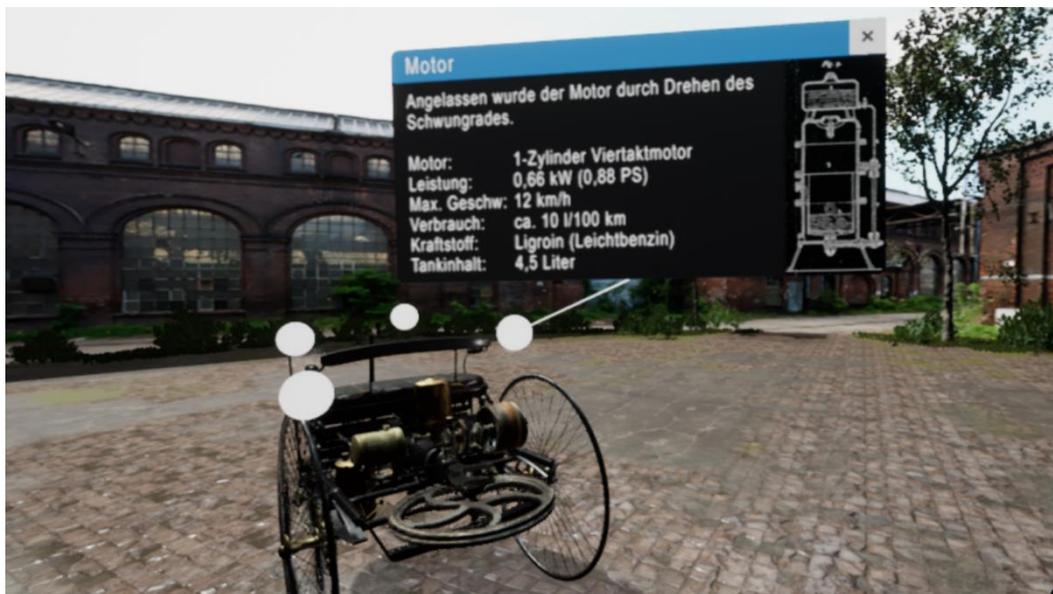


Abb. 7: Screenshot der VR-Installation zum Benz Motorwagen. Screenshot: Deutsches Museum Digital, CC BY-SA 3.0

User-Journey VR-Flächen

Alle vier VR-Sequenzen sind ähnlich aufgebaut. Alle Objekte wurden in eine passende virtuelle Szenerie integriert. Die Besucher*innen entscheiden selbst, ob sie alle oder nur einzelne Sequenzen betrachten wollen. Nach Aufsetzen der VR-Brille betreten sie zunächst einen runden virtuellen Ausstellungsraum. Der virtuelle Besuch startet dort mit einem Tutorial, bei dem die Nutzer*innen lernen mit Hilfe der Controller mit Objekten und Interface-Elementen zu interagieren, sich in der Sequenz zu teleportieren und das Menü zu öffnen. Hier kann auch die Sprache (Englisch oder Deutsch) ausgewählt werden.

Das Tutorial ist sehr kurz gehalten und lässt die Besucher*innen jede Tastenfunktion einmal testen. Im Anschluss besteht die Möglichkeit den virtuellen Ausstellungsraum zu besichtigen. An den Wänden befinden sich z.B. Informationen zum Verbundprojekt, zum Projektpartner und zur Entstehung der VR-Sequenzen. Über das eingeblendete Menü kann dann zwischen den vier Objekten gewählt werden. Nach Auswahl wird dieses in der Raummitte als virtuelles Objekt angezeigt, über dem ein weißes Auswahl-Icon schwebt. Darüber kann schließlich die virtuelle Welt des jeweiligen Objekts betreten werden. Hier besteht die Möglichkeit die

Umgebung zu erkunden, indem man sich auf der VR-Fläche bewegt oder sich teleportiert. Auch hier kann ein Menü geöffnet werden, welches den Besucher*innen anzeigt was in der Sequenz zusätzlich erlebt werden kann. Hinter weißen Punkten an bestimmten Orten oder Objekten verstecken sich Hintergrundinformationen. Durch Auswahl der Punkte, öffnen sich Textfelder in der Welt. Die Nutzer*innen können den Text jetzt in Ruhe durchlesen oder ihn sich vorlesen lassen. Wenn die weißen Punkte das Erlebnis stören können sie über das Menü auch deaktiviert werden. Jedes Menü verfügt zudem über einen Home-Button, um zurück zum Hauptmenü in den virtuellen Ausstellungsraum zu gelangen und damit die virtuelle Welt zu verlassen. Darüber hinaus verfügbare Menüelemente unterscheiden sich je nach Sequenz. Eine Übersicht gibt Tabelle 2.

Objekt	Funktionen
Präzisions-Ventil-Dampfmaschine der Gebrüder Sulzer	<ul style="list-style-type: none"> ● Dampfkreislauf anzeigen ● Maschine verlangsamen (Zeitlupe) oder anhalten ● Fliehkraftregler anzeigen ● Spinnmaschinen zu- oder abschalten ● auf die Dampfmaschine teleportieren
Landing Site der Apollo 15 Mission	<ul style="list-style-type: none"> ● Informationen zur Landefähre ● Ausklappen des Harmonic Drive (Spannungswellengetriebe) ● Starten des LRV ● Informationen zur Forschungsstation ● Golf spielen ● Easter Egg
Normalsegelapparat von Otto Lilienthal	<ul style="list-style-type: none"> ● Informationen zum Auftriebsprinzip ● Informationen zum Fliegeberg ● Gleiter starten (oder zurücksetzen)
Benz Patent-Motorwagen Nummer 1	<ul style="list-style-type: none"> ● Motor starten / stoppen ● Funktion einzelner Bedienelemente visualisieren (durch Animationen) und Information dazu anzeigen ● Hervorheben einzelner Motorelemente

Tabelle 2: Übersicht über die interaktiven Elemente der VR-Sequenzen

User-Journey VR-Fahrsimulator

Der Fahrsimulator unterscheidet sich hinsichtlich der User-Journey maßgeblich von der auf den VR-Flächen. Das Platznehmen auf dem Fahrersitz, das Anschnallen und der nach dem Original designte und 3D-gedruckte Joystick führen bereits in das VR-Erlebnis ein bevor die VR-Brille aufgesetzt wird. Zudem können Besucher*innen zwischen einer Nutzung ohne oder mit VR-Brille wählen. Ohne VR-Brille wird die Mondszene auf einem gebogenen Bildschirm angezeigt, welcher durch den hohen Anteil am Sichtfeld der NutzerInnen einen ähnlich immersiven Effekt erzeugt. Diese Einstellung ist z.B. für Kinder oder Personen, die aus

gesundheitlichen oder anderen Gründen nicht die VR-Brille nutzen möchten, zu empfehlen. Sobald die Sequenz gestartet ist, kann der Fahrsimulator bzw. das Lunar Roving Vehicle mit Hilfe des Joysticks über die virtuelle Mondlandschaft manövriert werden. Dabei bewegt sich der Fahrersitz auf der Plattform mit den Bewegungen des virtuellen Mond Rovers mit. Besucher*innen können sich frei über die Mondoberfläche bewegen, die Landefähre sowie die Forschungsstation und eine Überraschung entdecken.

Vermittlungsziel des VRLabs ist das Erlebarmachen realer Objekte im Zusammenspiel mit ihrem jeweiligen historischen Kontext. Ganz besonders von Bedeutung war uns dabei die gezeigten Objekte und deren Umgebung historisch so genau wie möglich abzubilden. In der Mond-Sequenz zum Beispiel wurden Satellitenaufnahmen verwendet, um die Positionen der Landefähre und der Forschungsstation korrekt darzustellen. Auch die Fahrgeschwindigkeit des Fahrsimulators ist der des LRV nachempfunden. Ebenso ermöglicht die VR-Sequenz der Sulzer Dampfmaschine das Erleben der ersten Präzisions-Ventil-Dampfmaschine im originalgetreuen Einsatz innerhalb einer Spinnerei aus dem 19. Jahrhundert. Durch den Blick in die Maschine und visuell gestützte Erklärungen wird anschaulich demonstriert wie bereits im 19. Jahrhundert automatisch regulierte Maschinen präzise eingesetzt wurden. Auf dem Mond wiederum können die Besucher*innen u.a. selbst Golf spielen und lernen dabei, die Gesetzmäßigkeiten der Schwerkraft kennen. Hierfür schlüpfen sie virtuell in die Rolle des Astronauten Alan Shepard, der während seiner Mission auf dem Mond selbst einige mitgebrachte Golfbälle abschlug. Damit basiert das didaktische Grundkonzept auf dem impliziten Lernen. Das Erlebnis steht dabei bewusst im Mittelpunkt und erzeugt eine emotionale Bindung zu den jeweiligen Objekten, wodurch die Wahrscheinlichkeit gefördert wird im Anschluss mehr über die jeweiligen Themen erfahren zu wollen. Die Informationspunkte stellen darüber hinaus Anknüpfungspunkte zu den komplexeren Sachverhalten der behandelten Themen dar und sollen dazu motivieren im Rest des Museums tiefer in die jeweiligen Thematiken einzutauchen.

Betriebskonzept

Für den Betrieb interaktiver VR-Anwendungen sollte mit mindestens einer Betreuungsperson pro VR-Station geplant werden, um Besucher*innen einzuweisen und während der VR-Erfahrung zu betreuen. Zudem kommen auf die Betreuungspersonen Aufgaben zu, wie die Organisation der Anmeldung sowie ggf. die technische Betreuung (siehe auch Checkliste in Tabelle 3). Auch müssen ausgehend von der Anzahl der VR-Flächen, der Anzahl der Betreuungspersonen und der Besuchszahlen die Öffnungszeiten definiert werden. Dabei ist

zu bedenken, dass die verwendete Technik nach 3-4 Stunden abgeschaltet werden sollte, um eine Überhitzung zu vermeiden - durch den Tausch der Technologie oder einer Pause.

Zusätzlich stellen sich Fragen, inwieweit die VR-Anwendung separat bezahlt werden und ob und wie eine Anmeldung organisiert werden soll. Die Anmeldung für feste Zeitfenster, zur Nutzung der VR bietet den Vorteil, dass Besucher*innen frühzeitig einschätzen können, ob sie während ihres Besuchs noch die Möglichkeit haben, die Anwendung zu testen oder nicht. Zudem können dadurch lange Warteschlangen vermieden werden. Gleichzeitig benötigt die Einrichtung eines Anmeldebereichs je nach Umsetzung möglicherweise zusätzliches Personal oder technisches Equipment (z. B. wenn die Anmeldung über ein Tablet oder online erfolgen soll).

Zudem muss auf der VR-Fläche ein Sicherheitshinweis platziert werden, der über Zugangsbeschränkungen (z.B. Altersgrenze) und gesundheitliche Risiken aufklärt. Dazu gehört auch Besucher*innen sowie Betreuungspersonal über die korrekte Nutzung aufzuklären. Sinnvoll ist es alle relevanten Informationen gemeinsam mit den FAQ für das Betreuungspersonal als Informationsmappe zusammenzustellen. Hierin sollten die Kontaktdaten für Notfälle, eine Anleitung zur Behebung einfacher technischer Probleme sowie weitere relevante Informationen (z.B. über die Inhalte der VR-Sequenzen) aufgelistet sein.

Für das VRlab haben wir ein ausführliches Betriebskonzept verfasst, welches nach Abschluss des Verbundprojekts museum4punkt0 zur Verfügung gestellt werden soll. Darin befinden sich Angaben zu Personal, Öffnungszeiten, Anmeldung, Sonderangeboten und Wartung. In Tabelle 3 stellen wir eine Checkliste zur Erstellung eines Betriebskonzepts vor, die alle diese Bereiche adressiert. Demgegenüber stellen wir in der rechten Spalte der Tabelle die jeweiligen Elemente im Betriebskonzept des VRlabs. Das Betriebskonzept hat uns geholfen Prozesse zu ökonomisieren und die Idee des VRlabs im Museum zu kommunizieren.

Checkliste Betriebskonzept		VRlab
Personal	<input type="checkbox"/> Anzahl? (mind. 1 Betreuungsperson pro Station) <input type="checkbox"/> Aufgaben <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Anmeldung <input type="checkbox"/> Einweisung & Begleitung <input type="checkbox"/> VR-Tourguide (Informationen zur Technologie und/oder zu den virtuellen Objekten) <input type="checkbox"/> Reinigung 	<ul style="list-style-type: none"> ● 4 Personen für 3 Flächen ● Ehrenamtliche & Studierende als Springer ● Einweisung in Abstimmung mit dem Ausstellungsdienst ● Aufgaben: <ul style="list-style-type: none"> ○ Anmeldung ○ Information ○ Einweisung ○ Reinigung ○ Betreuung ○ Start / Beenden

	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Technische Wartung <input type="checkbox"/> Durchführen von Workshops <input type="checkbox"/> Evaluation (z.B. Beobachtungen, Interviews) <input type="checkbox"/> Einarbeitung <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Einweisung vor Ort <input type="checkbox"/> Informationsmappe (Ablauf Aufbau/Betrieb/Abbau, Sicherheit, Informationen zu den Objekten, Troubleshooting, Kontaktdaten) <input type="checkbox"/> Sicherheitseinweisung 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Problembefhebung ○ Gruppenbetreuung ○ Statistiken führen ○ Unterstützung bei Evaluation
Öffnungszeiten	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Je nach Anzahl der Fläche <input type="checkbox"/> Je nach den Öffnungszeiten des Museums <input type="checkbox"/> Je nach der Betreuungssituation 	<p>Montag, Mittwoch, Freitag, 10.30 bis 13.30 Uhr</p> <p>Dienstag und Donnerstag, 10.30 bis 13.30 Uhr und 14.30 bis 16.30 Uhr</p> <p>Samstag und Sonntag, 13.30 bis 16.30 Uhr</p>
Anmeldung	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Paper-Pencil <input type="checkbox"/> Digital <input type="checkbox"/> Vor Ort vs. Online <input type="checkbox"/> Bezahlungssystem oder nicht <input type="checkbox"/> Zeitslots <input type="checkbox"/> Besuchszahlerfassung 	<ul style="list-style-type: none"> ● Anmeldung ab 10 min vor Öffnung ● Paper-Pencil ● Timeslots: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fläche: 15 min ○ Simulator: 10 min ● Teilnahme kostenlos ● Erfassung über Listen / Tabelle ● Datenschutz: Nur Vornamen, Vernichtung der Listen nach Schließung
Gruppenbuchungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mindest-TN-Zahl und Max-TN-Zahl <input type="checkbox"/> Regelungen für die Länge <input type="checkbox"/> Regelungen zur Betreuung 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gruppenbuchungen über die Webseite möglich ● Max-TN-Zahl: 30 ● Information an Besucherservice mit FAQs
Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sicherheitshinweis <input type="checkbox"/> Einweisung 	<ul style="list-style-type: none"> ● ist ab 10 Jahren möglich ● Für die Nutzung des Fahrsimulators muss man mindestens 150 cm groß sein. ● Allgemeiner Sicherheitshinweis entsprechend Technikanbieter & in

		Absprache mit Sicherheitsabteilung
Wartung	<input type="checkbox"/> Reinigung /Hygiene <input type="checkbox"/> Technische Wartung - Beschwerdeheft <input type="checkbox"/> Inhaltliche Überarbeitungen - Beschwerdeheft	Reinigung: <ul style="list-style-type: none"> ● Lederaufsätze ● Microfaser-Tücher ● Hygienespray ● nach jeder Nutzung Wartung: <ul style="list-style-type: none"> ● Beschwerdeheft ● Wartungstermine mit Firma Überarbeitung: <ul style="list-style-type: none"> ● in Absprache mit Personal ● max. 1x pro Jahr

Tabelle 3: Checkliste Betriebskonzept

Vor Eröffnung des VRlabs für die Besucher*innen haben wir eine mehrmonatige Testphase mit den Mitarbeiter*innen durchgeführt. Diese Testphase hat uns ermöglicht unsere Abläufe v.a. in Bezug auf die Betreuung, aber auch im Hinblick auf mögliche Sicherheitsmängel zu ökonomisieren. Gleichzeitig konnten die Mitarbeiter*innen des Museums - v.a. jene, die später am Einlass die Besucher*innen über das VRlab informieren sollen - das VRlab und die jeweiligen Abläufe kennenlernen. Gerade bei der Integration neuer Technologien ist es wichtig, dass die Personen, die später damit interagieren oder Informationen für Besucher*innen bereitstellen früh Zugang haben, um eigene Erfahrungen im Umgang mit den Technologien zu sammeln. Auch unser Betreuungspersonal hatte ausreichend Zeit die VR-Sequenzen zu testen, um später den Nutzer*innen bei der Orientierung in der virtuellen Welt kompetent helfen zu können und das Erlebnis durch hilfreiche Tipps oder interessante Fakten zu bereichern.

Evaluation

Bereits vor der Öffnung des VRlabs für die Besucher*innen haben wir mit der Evaluation und Dokumentation des Betriebskonzepts sowie der Usability begonnen. Da das VRlab neu aufgebaut wurde, wollten wir zunächst herausfinden, was für uns zentrale Fragestellungen sein könnten. Die Dokumentation aller Entscheidungen und Arbeitsschritte war deshalb ein zentrales Element und Startpunkt für die Evaluation. Ausgehend davon haben wir mit Hilfe unterschiedlicher wissenschaftlicher Methoden unsere Fragestellungen immer weiter definiert, um am Ende mehr über die Nutzer*innen und deren Erlebnis im VRlab zu erfahren.

Dokumentation

Die Dokumentation umfasst einerseits das Festhalten von Erfahrungen, die wir im Aufbau des VRlabs gemacht haben. Andererseits haben wir im Rahmen der Dokumentationsphase auch Testphasen eingebaut, um Entscheidungsprozesse festzuhalten. Hierzu gehörte z.B. das Testen unterschiedlicher Reinigungstechniken für die VR-Brillen. Aber auch die Handreichungen für das Betreuungspersonal und der Anmeldeprozess wurden mehrfach überarbeitet und die Zwischenschritte dokumentiert. Seit der Öffnung des VRlabs haben wir zudem konstant die Besuchszahlen des VRlabs erhoben, um z.B. unsere Öffnungszeiten anzupassen. Die im Dokumentationsprozess gesammelten Erfahrungen haben wir in einer Übersichtsgrafik und einem Entscheidungsbaum (Abb. 2 und 3) visualisiert.

Beobachtungen

Zeitgleich mit der Öffnung des VRlabs, zunächst für die Mitarbeiter*innen und dann für die Besucher*innen, haben wir Beobachtungs-Logbücher eingeführt. Darin hielten die Betreuungspersonen Beobachtungen in der Interaktion mit den Mitarbeiter*innen und Besucher*innen, Auffälligkeiten im Ablauf oder Unstimmigkeiten in der User-Journey der VR-Sequenzen fest. Die Beobachtungs-Logbücher dienten uns einerseits als Grundlage für die Dokumentation und als Anhaltspunkt für Anpassungen z.B. im Betriebskonzept oder den verfügbaren Inhalten. Andererseits nutzten wir sie als Grundlage für die Auswahl an Fragen bei der Erhebung von Interviews.

Interviews

Aufbauend auf den Beobachtungs-Tagebüchern haben wir 10 vertiefende, Leitfaden gestützte Interviews durchgeführt. Dabei lag der Fokus der Befragung neben der Nutzungsfreundlichkeit auch auf Fragen zur Zahlungsbereitschaft sowie Verbesserungsvorschlägen hinsichtlich anderer Inhalte und der Usability. Eine Übersicht über die Interviewfragen gibt Tabelle 4.

Leitfrage	Inhaltliche Aspekte
Nutzung	Haben Sie bereits Erfahrungen mit dieser VR-Technik? Wie angenehm war der Umgang mit dem technischen Equipment? Wie haben Sie die Einweisung und Betreuung durch das Personal empfunden? Gab es genügend Hinweise? Wie haben Sie die grafische und textuelle Aufbereitung der VR-Szenen empfunden?

Inhalte	<p>Worüber würden Sie gerne mehr erfahren?</p> <p>Was würden Sie sich wünschen, wenn Sie selbst Inhalte erstellen könnten?</p> <p>Kannten Sie Objekte schon vorher?</p>
Erlebnis	<p>An was können Sie sich noch aus den Szenen erinnern?</p> <p>Was hat Sie am meisten beeindruckt?</p>
Wünsche/Kritik	<p>Was hat Ihnen nicht gefallen?</p> <p>Was hat Ihnen die Bedienung erschwert?</p>
Bezahlung	<p>Würden Sie für das VRlab auch bezahlen?</p>

Tabelle 4: Beispielfragen Leitfadenterview VRlab

Das Alter der Befragten reichte von 12 bis 74 Jahre (7 Männer, 3 Frauen). Die Auswertung ergab, dass sechs von zehn Befragten noch keine Erfahrungen mit VR hatten, aber nur vier von 10 den Umgang mit den Controllern als herausfordernd wahrgenommen haben. Als besonders hilfreich wurde die Einweisung des Personals empfunden. Alle Befragten wünschten sich einen höheren Interaktionsgrad und mehr Kontextwissen wie die VR-Technologie funktioniert. Außerdem fanden wir heraus, dass die Befragten, die die Objekte vor Besuch des VRlabs noch nicht kannten, Interesse daran hatten diese im Anschluss an das VR-Erlebnis auch im Ausstellungsraum zu betrachten. Alle Befragten waren bereit für das VRlab einen kleinen Unkostenbeitrag zu leisten. Bevor wir die Befragung durchführten absolvierten wir mehrere Testläufe, bei denen wir die Fragen nach und nach anpassten. Dieser iterative Prozess sowie die Auswertung halfen uns dabei im Anschluss einen Fragebogen zu konzipieren.

Fragebogen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Interviews haben wir einen Fragebogen erstellt, der über mehrere Wochen an die Besucher*innen des VRlabs verteilt wurde. Der Fragebogen war entsprechend der Besucher*innenstruktur des Deutschen Museums auf Deutsch und auf Englisch verfügbar. Ziel war es, mehr über die Nutzer*innen des VRlabs zu erfahren (z. B. bereits gesammelte Erfahrungen mit 3D-Technologien, aber auch Altersstruktur und technisches Vorwissen) sowie Daten zur Nutzerfreundlichkeit (z. B. zur Verständlichkeit des Tutorials oder zur Bedienung der Controller), Feedback zum VRlab selbst sowie den darin präsentierten Inhalten (z. B. zum Interesse an den Objekten nach dem VR-Erlebnis) zu erheben. Wie bei den Interviews gibt es auch bei der Evaluation mit Fragebögen limitierende Faktoren. Während Interviews einerseits mehr Raum für vertiefende Nachfragen geben und man im direkten Gespräch Missverständnisse direkt klären kann, bieten diese in der Auswertung häufig nur Einblicke in wenige individuelle Erlebnisse. Dagegen besteht die

Möglichkeit mit einem Evaluationsfragebogen große Zahlen an Besucher*innen zu befragen und deren Erfahrungen zu erheben. Hier müssen allerdings komplexe Zusammenhänge in kurzen Fragen zusammengefasst werden. Auch besteht die Gefahr, dass Fragen von den Besucher*innen anders interpretiert werden, als von den Personen, die die Fragebögen erstellen.

Unseren Fragebogen haben wir in einem mehrwöchigen iterativen Prozess gemeinsam mit dem Betreuungspersonal, einzelnen Testpersonen und der Bildungsabteilung erstellt, um Fragen möglichst verständlich und präzise zu formulieren und gleichzeitig den Fragebogen so kurz wie möglich zu gestalten. Dabei sind wir nicht, wie in wissenschaftlichen Arbeiten häufig üblich, einer Hypothese gefolgt, sondern wollten zunächst einen Überblick über das Besuchserlebnis der VRab-Nutzer*innen erhalten. Entsprechend bauen die Fragen kaum aufeinander auf und können auch dann interpretiert werden, wenn nicht der gesamte Fragebogen ausgefüllt wurde. Wir haben Fragen zu Alter, Geschlecht und Bildungsgrad bewusst an das Ende gestellt, um zu vermeiden, dass sich durch die Abfrage zu Beginn Vorurteile (z.B. „Ich bin alt, also kann ich nicht gut mit Technologien umgehen.“) in der Beantwortung weiterer Fragen (z.B. hinsichtlich der Usability) vorzubeugen. Die Ergebnisse der insgesamt 400 ausgefüllten Fragebögen sind im Folgenden aufgelistet und kurz zusammengefasst. Der Rahmen dieses Berichts lässt eine genaue Auswertung nicht zu, gerne können aber Fragen zu den Ergebnissen direkt an das Projektteam gerichtet werden. Der Fragebogen wird zudem mit Abschluss des Verbundprojekts zur Verfügung gestellt.

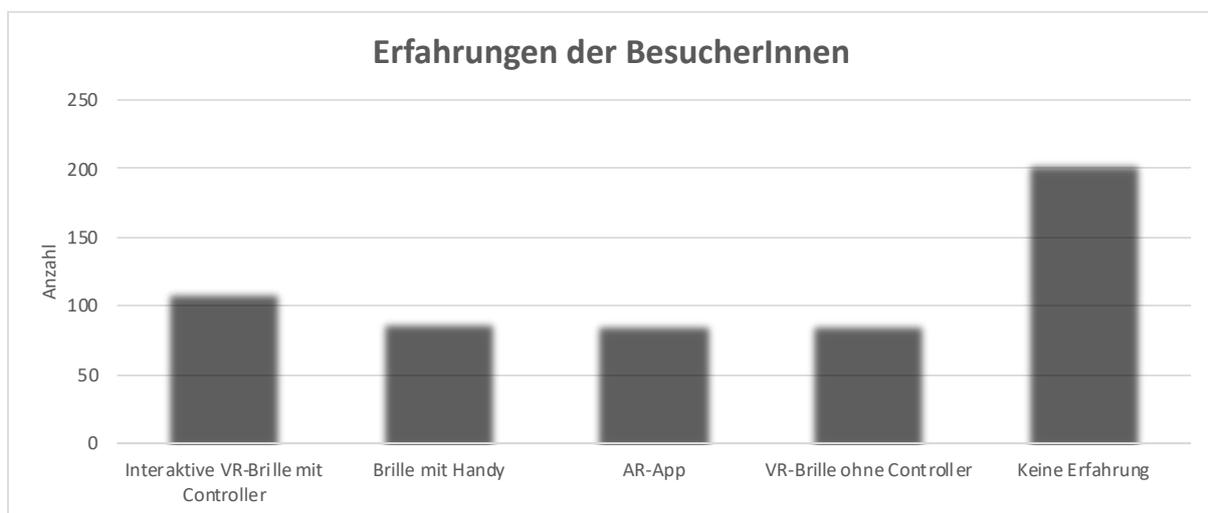


Abb. 8: Mit welchen 3D-Technologien sind Sie bereits vor Ihrem Besuch im VRlab in Kontakt gekommen?

Wie aus Abb. 8 ersichtlich wird haben 180 der 400 Befragten angegeben bereits Erfahrungen mit interaktiven VR-Systemen gesammelt zu haben. Für uns war bei dieser Frage wichtig eine möglichst genaue Differenzierung unterschiedlicher Technologien aufzulisten, um Missverständnisse bei der Beantwortung zu vermeiden. In den Interviews hatten wir z.B.

festgestellt, dass einige Besucher*innen auch Erfahrungen mit 3D Brillen in Kinos mit Virtual Reality gleichsetzen. Zudem war uns wichtig herauszufinden, ob bereits Erfahrungen im Umgang mit Controllern vorhanden waren. Bei Betrachtung der Ergebnisse ist dabei zu berücksichtigen, dass Mehrfachnennungen möglich waren und die Zahlen entsprechend nicht absolut zu betrachten und interpretieren sind. Grundsätzlich scheinen schon viele unserer Besucher*innen Erfahrungen mit 3D- und VR-Technologien gesammelt zu haben. Dies mag vermutlich auch an einem generellen Interesse an Technologien der Besucher*innen des Deutschen Museums liegen

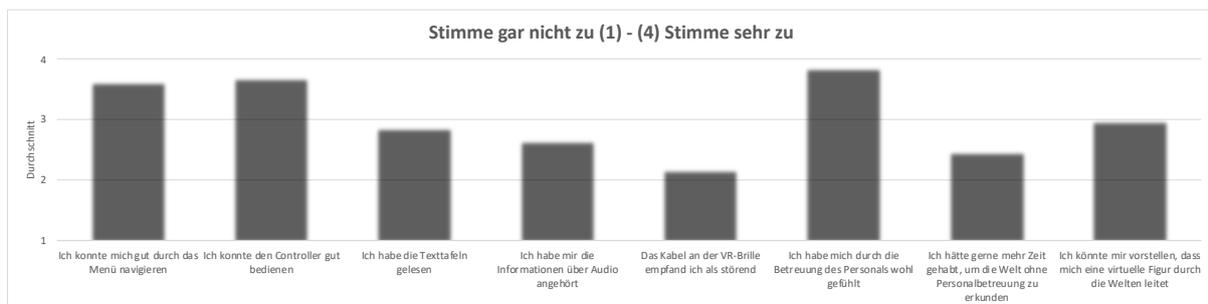


Abb. 9: Fragen zur Usability der VR-Installationen auf den VR-Flächen. Der Fahrsimulator war hiervon ausgenommen.

Die in Abbildung 9 aufgelisteten Fragen dienten uns dazu zu evaluieren, wie gut oder schlecht die Besucher*innen des VRlabs die Usability beurteilten. Wichtig war für uns auch zu erfahren, inwiefern sich die Besucher*innen gut betreut gefühlt haben, aber auch, ob sie sich einen virtuellen Guide vorstellen könnten, der sie anstelle des Personals durch die virtuelle Welt führt. Dies ist vor allem für zukünftige Entwicklungen relevant, um z.B. das Personal zu reduzieren und verstärkt für den Anmeldebereich oder andere Aufgaben einzusetzen. Auch war uns wichtig herauszufinden, ob die eingeblendeten Texttafeln auch tatsächlich gelesen werden oder ob das Audioangebot häufiger genutzt wird. Hier hat sich gezeigt, dass beide Angebote nahezu gleich stark genutzt werden. Entsprechend wird es auch in den überarbeiteten Sequenzen wieder eine Audiospur sowie eingeblendeten Text geben. Wichtig ist bei dieser Frage zu beachten, dass möglicherweise die Frage zuvor, hinsichtlich der bisherigen Erfahrungen mit 3D- und VR-Technologien einen Einfluss auf die Beantwortung zur Frage der Usability gehabt haben könnte. Also dann, wenn eine Person zunächst daran erinnert wurde sich wenig mit der Technologie auszukennen und dann die eigenen Probleme bei der Nutzung der Technologie eher diesem Umstand zuschreibt als der Usability der VR-Sequenzen. In einem solchen Fall wäre es denkbar einzelne Fragen nochmals mit Hilfe von Fokusgruppen genauer zu untersuchen. Dies war uns allerdings durch das Auftreten von COVID-19 nicht mehr während der Projektlaufzeit möglich.

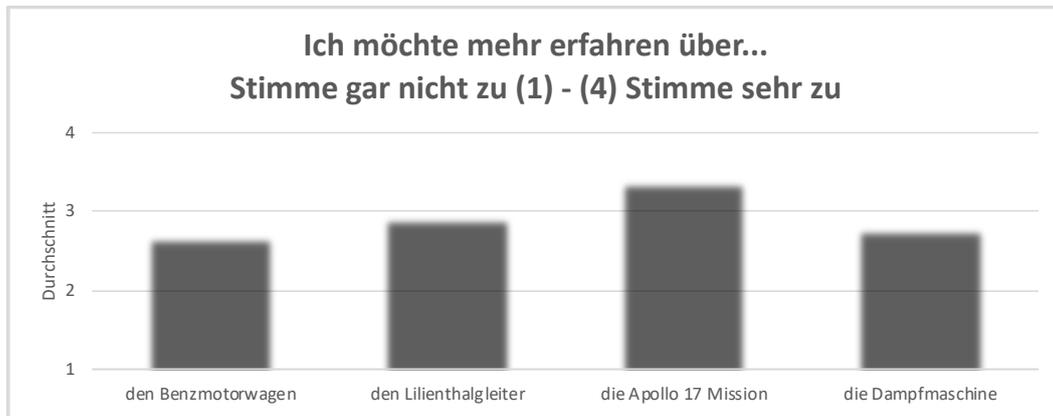


Abb. 10: Interesse an weiteren Informationen zu den virtuellen Objekten.

Abbildung 10 zeigt inwiefern die Besucher*innen nach ihrem Aufenthalt in der virtuellen Welt Interesse an weiteren Informationen zu den einzelnen Objekten gezeigt haben. Die Grafik zeigt, dass nahezu gleichmäßig auf alle vier Objekte verteilt die Besucher*innen ein mittleres Interesse daran haben mehr über die Objekte zu erfahren. Am interessantesten scheinen die Besucher*innen die Apollo 17 Mission gefunden zu haben. Neben der allgemeinen Attraktivität der Thematik kann dies auch daran liegen, dass in dieser Installation die meisten interaktiven Inhalte gezeigt werden. Auch wenn sich dies nicht tatsächlich aus den Fragebogenantworten ableiten lässt, bestätigt es doch ebenso die in den Interviews gesammelten Erfahrungen und lässt zumindest den Schluss zu weitere Befragungen mehr auf das Thema der Interaktion abzielen.



Abb. 11: Interesse der BesucherInnen an VR-Technologie.

Die Antworten in Abbildung 11 zeigen, dass die Besucherinnen großes Interesse an der VR-Technologie an sich haben und gerne mehr über deren Funktionsweise und neue Entwicklungen erfahren möchten. In der Folge haben wir damit begonnen Videos zu erstellen, die tiefere Einblicke in die Funktionsweise der VR-Brillen sowie der Trackingtechnologien ermöglichen. Diese sollen den Besucherinnen in Zukunft vor Nutzung des VRI labs angeboten werden. Außerdem sollen die Videos auch online abrufbar sein.

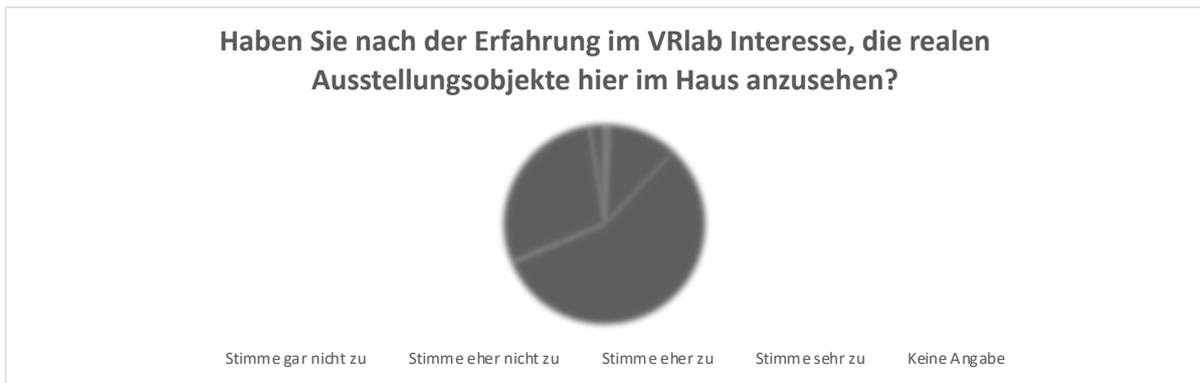


Abb. 12: Interesse an realen Objekten im Deutschen Museum.

Ähnlich wie in Abbildung 10 ging es uns auch bei der Frage, deren Auswertung Abbildung 12 zeigt, darum herauszufinden, ob die Besucher*innen Interesse an den gezeigten Objekten haben. Bei dieser Frage ging es uns allerdings zentral um die Frage, ob Besucher*innen nach dem Besuch des VRlabs auch Interesse daran haben die „realen“ Objekte im Museum zu besuchen. Die Grafik zeigt, dass durchaus ein Interesse daran zu bestehen scheint die Objekte nochmal im Museum zu besuchen. Allerdings ist über den Fragebogen nicht ersichtlich, ob die Besucher*innen dies tatsächlich getan haben oder ob die Antwort eher auf dem Konzept der sozialen Erwünschtheit basiert.

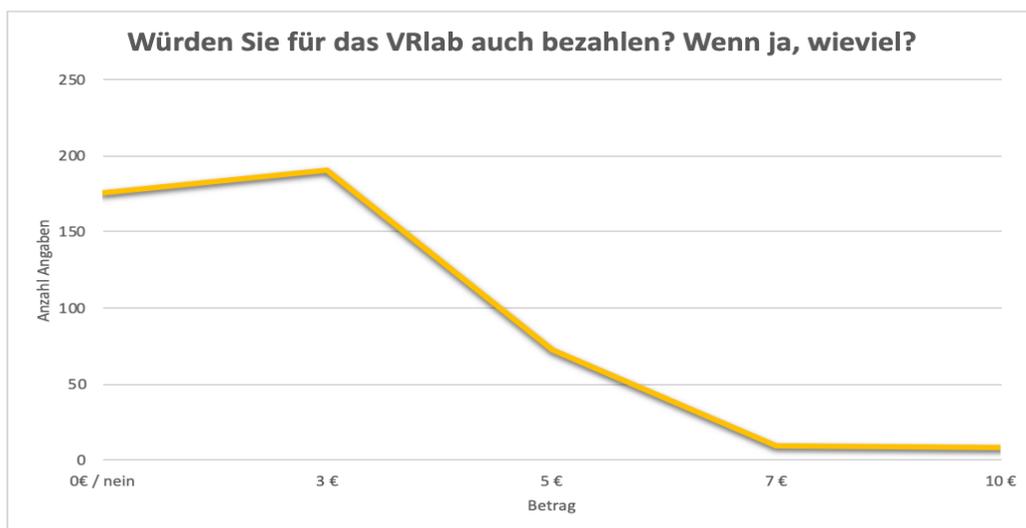


Abb. 13: Bereitschaft für das Angebot zu bezahlen.

Abbildung 13 zeigt inwiefern Besucher*innen dazu bereit wären für ein VR-Erlebnis, zusätzlich zum Eintrittspreis, zu bezahlen. Obwohl wir froh waren, unseren Besucher*innen den Besuch des VRlabs kostenlos zu ermöglichen, wissen wir, dass dies nicht immer möglich ist. Entsprechend war uns auch mit Blick auf eine nachhaltige Weiterführung des VRlabs wichtig zu wissen, ob Besucher*innen überhaupt bereit wären Eintritt zu bezahlen und wenn ja, welche Preise als vertretbar empfunden werden.

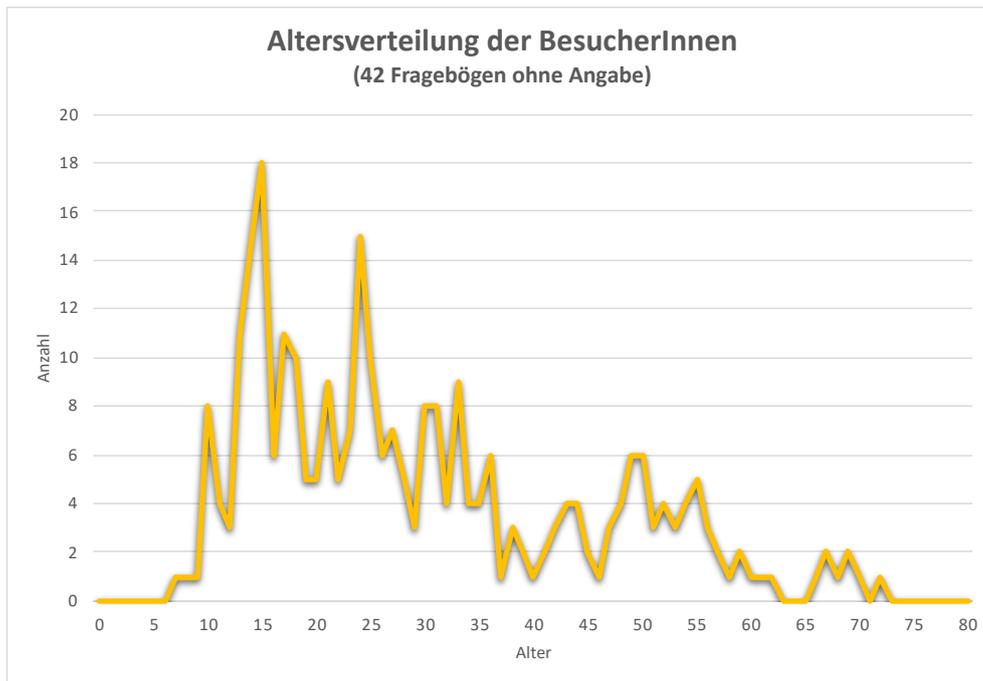


Abb. 14: Altersverteilung der BesucherInnen des VRlabs, die den Fragebogen ausgefüllt haben.

Nicht überraschend zeigt sich in Abbildung 14, dass vor allem junge Besucher*innen Interesse am VRlab zeigen. Dennoch haben wir auch einige ältere Besucher*innen, die großen Spaß daran haben die neuen Technologien zu testen. Um gerade diesen Besucher*innen die Angst zu nehmen haben wir auch zwei ehrenamtliche SeniorInnen, die in die VR einführen und Ängste im ersten Versuche nehmen. Auf der anderen Seite steht die große Anzahl an jungen Besucher*innen auch stellvertretend dafür, dass viele Schulgruppen das VRlab besuchen. Bei der Interpretation der Abbildung muss an dieser Stelle allerdings darauf hingewiesen werden, dass einige der Befragten keine Altersangaben gemacht haben und uns entsprechend kein Gesamtergebnis zur Verfügung steht.

Weitere Fragen, die in diesem Text nicht weiter diskutiert werden, umfassten Fragen zum Bildungsabschluss, der Geschlechterverteilung sowie der Bekanntheit des VRlabs vor dem Besuch. Bei Interesse können die Ergebnisse gerne bei den Projektmitarbeiter*innen angefragt werden.

Für das Projekt war die Evaluation vor allem dahingehend von Interesse, wie wir Angebote noch weiter an unsere Besucher*innen im Museum anpassen und wie wir vor allem die Usability verbessern. Hier halfen uns sowohl die Ergebnisse der Beobachtungs-Logbücher, die Auswertung der Interviews sowie des Fragebogens. Davon ausgehend haben wir uns dazu entschlossen mehr interaktive Elemente in die neuen VR-Sequenzen einzubauen, eine stärkere Führung durch die virtuelle Welt bereitzuhalten und die Tastenbelegung sowie die Menüführung zu vereinfachen. Die neuen VR-Sequenzen sollen im Herbst 2020 den

BesucherInnen zur Verfügung stehen und in der Folge auch von zuhause aus über Steam abrufbar sein.

Literatur

Hix P., Schüßler P., Trixler F. (2012) Kommunikation des Forschungsalltags: das *Gläserne Labor* im *Deutschen Museum*. In: Dernbach B., Kleinert C., Münder H. (eds) Handbuch Wissenschaftskommunikation. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18927-7_17

Hohmann, Georg; Geipel, Andrea; Göggerle, Matthias: Bausteine einer digitalen Gesamtstrategie. In: *Museumskunde* 84 (2019), S. 26-33.

Statista (2019): "Marktentwicklung von Augmented und Virtual Reality", <https://de.statista.com/infografik/9006/marktentwicklung-von-augmented-und-virtual-reality/> vom 01.03.2019

Weitze MD., Heckl W. (2016) *Gläserne Wissenschaft*. In: *Wissenschaftskommunikation - Schlüsselideen, Akteure, Fallbeispiele*. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47843-1_16

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Das VRlab.	Seite 4
Abb. 2: Übersichtsgrafik zur Integration von Virtual Reality Inhalten im Museum	Seite 6
Abb. 3: Entscheidungsbaum zum Einsatz von 3D-Technologien im Ausstellungskontext	Seite 7
Abb. 4: Screenshot der VR-Installation zum Lunar Roving Vehicle	Seite 12
Abb. 5: Screenshot der VR-Installation zur Sulzer Dampfmaschine	Seite 13
Abb. 6: Screenshot der VR-Installation zum Lilienthalgleiter	Seite 13
Abb. 7: Screenshot der VR-Installation zum Benz Motorwagen	Seite 14
Abb. 8: Mit welchen 3D-Technologien sind Sie bereits vor Ihrem Besuch im VRlab in Kontakt gekommen?	Seite 22
Abb. 9: Fragen zur Usability der VR-Installationen auf den VR-Flächen	Seite 23
Abb. 10: Interesse an weiteren Informationen zu den virtuellen Objekten	Seite 24
Abb. 11: Interesse der BesucherInnen an VR-Technologie	Seite 24
Abb. 12: Interesse an realen Objekten im Deutschen Museum	Seite 25
Abb. 13: Bereitschaft für das Angebot zu bezahlen	Seite 25
Abb. 14: Altersverteilung der BesucherInnen des VRlabs, die den Fragebogen ausgefüllt haben	Seite 26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der verwendeten Hard- & Software und dabei angewandte Auswahlkriterien	Seite 10
Tabelle 2: Übersicht über die interaktiven Elemente der VR-Sequenzen	Seite 15
Tabelle 3: Checkliste Betriebskonzept	Seite 17
Tabelle 4: Beispielfragen Leitfadeninterview VRlab	Seite 20