



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

# **Masterarbeit**

Kathrin Baitinger

Mixed Reality basierte Museumsnarration

**Kathrin Baitinger**

Mixed Reality basierte Museumsnarration

Abschlussarbeit zum Erlangen des akademischen Grades Master of Arts  
im Studiengang Next Media  
am Department Informatik der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer: Prof. Dr. Kai von Luck

Zweitgutachterin: Dr. Susanne Draheim

Eingereicht am 13.12.2019

# Kathrin Baitinger

## Thema der Arbeit

Mixed Reality basierte Museumsnarration

## Stichworte

Museum, Mobile first, Mediennutzung, Mixed Reality, Augmented Reality, Virtual Reality

## Kurzzusammenfassung:

Diese Arbeit bildet eine Grundlage, auf dessen Basis digitale Konzepte für das zeitgemäße Präsentieren und Vermitteln musealer Inhalte aufgebaut werden können.

Dafür wird das aktuelle Mediennutzungsverhalten sowie die im Alltag etablierten Technologien zugrunde gelegt. Ergänzend werden die musealen Aufgaben dahingehend geprüft, wie diese in eine digitale Zukunft transformiert werden können und wie international etablierte museale Mixed Reality Installationen als inspirierende Praxisbeispiele dienen können.

Anschließend werden die Technologien Augmented Reality und Virtual Reality als aktuelle Präsentationstechniken beschrieben, analysiert und anhand ihrer Eigenschaften möglichen musealen Einsatzgebieten zugeordnet.

Das „One for All“ Konzept bildet abschließend eine Empfehlung zur musealen Inhaltsvermittlung basierend auf Mixed Reality Elementen.

# Kathrin Baitinger

## **Title of the paper**

Mixed Reality based museum narration

## **Keywords**

Museum, Mobile first, Media usage, Mixed Reality, Augmented Reality, Virtual Reality

## **Abstract**

This work forms a basis which digital concepts for contemporary presentation and communication of museum content can be developed. This is based on current media usage behavior and established technologies in everyday life. In addition, the museum tasks will be examined to see how these can be transformed into a digital future and how internationally established mixed reality museum installations can serve as inspiring practical examples.

Subsequently, the technologies Augmented Reality and Virtual Reality are described as current presentation techniques, analyzed and assigned to possible museum areas of application based on their characteristics.

The "One for All" concept concludes with a recommendation for museum content mediation based on mixed reality elements.

# Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	5
EINLEITUNG.....	8
<b>1. ANALYSE DER DIGITALEN TRANSFORMATION IN DER MEDIENNUTZUNG.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Mobile First, Anywhere &amp; Anytime – unsere ständigen Begleiter .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.1. Technische Aspekte der digital-mobilen Transformation.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2. Fazit.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2. Menschliche Aspekte der digital-mobilen Transformation.....</b>	<b>21</b>
Die Bedürfnispyramide nach Maslow – ein Erklärungsversuch für die mobile Abhängigkeit .....	21
Physiologische Grundbedürfnisse .....	21
Sicherheitsbedürfnisse .....	21
Soziale Bedürfnisse:.....	22
Ich-Bedürfnisse:.....	22
Selbstentwicklung und Selbstverwirklichung: .....	22
<b>1.2.1. Fazit:.....</b>	<b>23</b>
<b>2. MUSEALE DIGITALE TRANSFORMATION - NEUORIENTIERUNG BASIEREND AUF DER MEDIALEN, GESELLSCHAFTLICHEN EVOLUTION .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Einleitung .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2. Standards für Museen unter dem Gesichtspunkt der digitalen Transformation .....</b>	<b>25</b>
1. Sammeln .....	26
2. Bewahren.....	27
3. Forschen und Dokumentieren .....	27
4. Ausstellen und Vermitteln .....	28
Zusammenfassung: .....	29
<b>2.3. Die heutigen Herausforderungen und Trends der Museumsarbeit .....</b>	<b>29</b>
Mobile Devices .....	29
Personalisierung .....	30
Kollaboratives Arbeiten .....	30
Vom Kurator zum Vermittler .....	30
<b>2.4. Fazit: .....</b>	<b>31</b>

3.	DIGITAL-MUSEALE NARRATIONEN BASIEREND AUF MIXED REALITY ELEMENTEN .....	33
3.1.	Einleitung .....	33
3.2.	Zu berücksichtigende Aspekte einer zeitgemäßen musealen Präsentation .....	36
	Einleitung.....	36
	Die Aspekte einer zeitgemäßen musealen Präsentation im Einzelnen .....	37
	1. Edutainment .....	37
	2. Interaktion .....	38
	3. Visualisierung / Datenvisualisierung.....	38
	4. Benutzerspezifik .....	39
	5. Intuitiv.....	39
3.3.	Zeitgemäße museale Mixed Reality Präsentationen anhand internationaler Praxisbeispiele .....	40
3.3.1.	Connected World in der New York Hall of Science .....	40
3.3.2.	Beyeler Foundation - „Bücher aus Licht, deren Inhalte greifbar werden“ .....	42
3.3.3.	Zoorasia, Yokohama - Verschmelzung der analogen und digitalen Welt .....	44
3.3.4.	Cleveland Museum of Art - Uneingeschränkte Interaktion .....	45
3.3.5.	Auf Mission mit den MicroRangers im American Museum of Natural History, New York .....	48
3.3.6.	EEZ, Aurich - Mit gesammelten Punkten zur Energiewende .....	49
3.3.7.	„Nürnberg auf einen Blick“ – die ganze Stadtgeschichte innerhalb eines Raumes .....	51
3.3.8.	Moderne Wissensvermittlung im Deutschen Salzmuseum, Lüneburg .....	52
3.3.9.	Deutsches Technikmuseum Berlin - „Tim, zeig uns den Weg“ .....	54
3.3.10.	Das Cleveland Museum.....	55
3.4.	Fazit .....	60
4.	MIXED REALITY TECHNOLOGIEN „AUGMENTED REALITY & VIRTUAL REALITY“ .....	62
4.1.	Detaillierte Betrachtung der kurz- bis mittelfristig zu implementierenden Mixed Reality Technologie „Augmented Reality“ .....	62
4.1.1.	Einleitung .....	62
4.1.2.	Definition .....	62
4.1.3.	Technische Grundlagen .....	63
	1. Videoaufnahme: .....	63
	2. Tracking .....	64
	2. Registrierung .....	65
	3. Darstellung.....	65
	4. Ausgabe .....	65
4.1.4.	Fazit.....	67
4.2.	Detaillierte Betrachtung der mittel- bis langfristig zu implementierenden Mixed Reality Technologie „Virtual Reality“ .....	69
4.2.1.	Einleitung .....	69
4.2.2.	Definition .....	70

<b>4.2.3.</b>	<b>Zu beachtende Aspekte bei der Erstellung einer Virtuellen Welt.....</b>	<b>71</b>
1.	Menschliche Aspekte der Wahrnehmung: .....	71
2.	Das Schaffen von realistischen 3D Welten - die technologische Weltsimulation .....	72
3.	Das Schaffen von realistischen 3D Welten - die inhaltliche Weltsimulation .....	73
4.	Interaktive Sensorik zur Eingabe .....	74
5.	Die Ausgabe der geschaffenen 3D Welten .....	76
<b>4.2.4.</b>	<b>Zusammenfassung:.....</b>	<b>78</b>
<b>4.3.</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>78</b>
<b>4.4.</b>	<b>Die Nah- und Fern- Debatte, eine weiterer Implementierungsunterschied der beiden Trend-Technologien „Augmented- und Virtual Reality“.....</b>	<b>80</b>
<b>4.5.</b>	<b>Herausforderungen bei der Erstellung und Implementierung von musealen Mixed Reality Installationen .....</b>	<b>82</b>
<b>5.</b>	<b>MUSEALE MIXED REALITY NARRATION AM KONZEPTIONELLEN BEISPIEL.....</b>	<b>84</b>
<b>5.1.</b>	<b>Nutzung von modernen Mobile-Web-Technologien .....</b>	<b>85</b>
<b>5.1.1.</b>	<b>Warum keine App Entwicklung? .....</b>	<b>88</b>
<b>5.2.</b>	<b>Museale Mixed Reality Narration am konzeptionellen Beispiel - „One for All“ .....</b>	<b>89</b>
5.2.1.	Hard- und Software.....	89
5.2.2.	Detaillierte Beschreibung der inhaltlichen Konzept-Bestandteile .....	91
5.2.3.	Orientieren & Touren.....	92
5.2.4.	Symbolik.....	93
5.2.5.	Augmented Reality .....	94
5.2.6.	Virtual Reality.....	96
5.2.7.	Bilder, Zoom & Download.....	99
5.2.8.	Besucher-Wand.....	100
5.2.9.	Visualisierung komplexer Sachverhalte .....	101
5.2.10.	Audio.....	102
5.2.11.	Edutainment / Mitmach-Stationen.....	103
5.2.12.	Social Media & News .....	104
5.2.13.	Give Aways.....	105
<b>5.3.</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>106</b>
<b>6.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>108</b>
<b>7.</b>	<b>AUSBLICK.....</b>	<b>110</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>111</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>117</b>

## Einleitung

Die digitale Revolution hat zweifelsfrei in unserer Gesellschaft Einzug gehalten. Auch kulturelle Einrichtungen müssen sich den aktuellen medialen Gewohnheiten anpassen und „mit der Zeit gehen“. Während Museen eher für das Bewahren und Konservieren bekannt sind, obliegen ihnen dennoch wichtige gesellschaftliche Aufgaben, welche eine stetige Entwicklung fordern. Museen bilden unser kollektives Gedächtnis und stellen unser kulturelles Erbe dar. Die Kernaufgaben eines jeden Museums werden mit „Sammeln, Bewahren, Erforschen, Präsentieren und Vermitteln“ definiert. Jedes dieser Themengebiete müssen auf die digitale Transformation vorbereitet werden, die medienkulturell neue Felder eröffnen wird. Diese Entwicklung umfasst ein breites Spektrum und bedarf einer inhaltlichen Detailtiefe. Daher werde ich mich auf den Bereich des musealen „Präsentierens und Vermittelns“ konzentrieren. Ein Themengebiet, welches von der Öffentlichkeit am ehesten mit der Museumsarbeit verbunden wird.

Dabei werde ich untersuchen, wie Museen den Besuchern das museale Wissen zeitgemäß vermitteln können. Welche Technologien existieren und alltagstauglich im musealen Umfeld einsetzbar sind. Was für Erwartungen und digitale Voraussetzungen hat der Museumsbesucher? Wie sind die realistischen Umsetzungsmöglichkeiten und welche positiven Beispiele gibt es bereits? Dabei lautet die zugrundeliegende Frage: „Welche Art der Mixed Reality Technologie stellt eine zeitgemäße Vermittlungsstrategie von musealen Narrationsinhalten dar?“

Um eine alltagstaugliche Technologie für den musealen Einsatz zu finden, erläutere ich im ersten Abschnitt meiner Arbeit, welche digitale Kommunikationsform am stärksten in der Gesellschaft verankert ist. Dabei steht das Smartphone als allgegenwärtige Technologie im Fokus. Zum einen sind es technische Aspekte, die durch ihren Mehrwert zu einer nahezu allumfassenden Durchdringung in der Gesellschaft geführt haben. Doch auch psychologische Bedürfnisse werden mit der digital-mobilen Transformation gestillt.

Im zweiten Abschnitt betrachte ich die definierten Aufgaben und Standards von Museen. Welche Herausforderungen und Erleichterungen bringt die digitale Revolution in diesem Umfeld? Dabei wird sich zeigen, dass der Einsatz von mobilen Devices, personalisierte Angebote, kollaboratives Arbeiten sowie fachgerechte Einordnung der musealen Themen für Besucher, die zukünftigen Strategien des Vermittelns und Präsentierens beeinflussen werden.



Anhand internationaler Mixed Reality Präsentationen, werde ich im dritten Abschnitt beschreiben, welche inhaltlichen Bedingungen für eine zeitgemäße museale Präsentation berücksichtigt werden müssen. Dabei scheint das Zusammenwirken der Aspekte Edutainment, Interaktion, Visualisierung, Benutzerspezifikation sowie intuitive Handhabe eine positive Wirkung zu zeigen.

Um die Eignung einer Basis-Technologie für den musealen Einsatz zu prüfen, untersuche ich im vierten Abschnitt die beiden Trend-Technologien Augmented- und Virtual Reality.

Dabei gehe ich auf die technischen Grundlagen ein und untersuche die realistischen Implementierungsmöglichkeiten beider Technologien im musealen Umfeld.

Abschließend führe ich die vorangegangenen Ausführungen in einer eigenen musealen Mixed Reality Narration zusammen. Anhand dieses konzeptionellen Beispiels erläutere ich Mixed Reality Applikationen für ein zeitgemäßes museales Präsentieren und Vermitteln. Das Konzept basiert auf dem „One for All“ Ansatz und nutzt das Besucher-Smartphone als zentrales Device für alle Anwendungen. Als Ergebnis wird ein Zusammenspiel mehrerer Mixed Reality Angeboten empfohlen.

# 1. Analyse der digitalen Transformation in der Mediennutzung

## 1.1. Mobile First, Anywhere & Anytime – unsere ständigen Begleiter

Die Digitalisierung und mit ihr die technischen Innovationen sind omnipräsent und aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. „Anywhere and Anytime“ ist der Leitsatz unserer heutigen Gesellschaft in Bezug auf die Mediennutzung. Im Laufe weniger Jahrzehnte hat es die Vernetzung des Internets und die Entwicklung mobiler Devices geschafft, unsere Gesellschaft zu revolutionieren. Sie stellen die Basis für die digitale Transformation dar, die sich in der zunehmenden Verschmelzung der realen mit der virtuellen Welt ausdrückt. Ganze Generationen werden nach dieser medialen Revolution benannt – Generation Y (auch als Millennials bekannt) stellen dabei *„...die erste Generation, die größtenteils in einem Umfeld von Internet und mobiler Kommunikation aufgewachsen ist“*<sup>1</sup> (1) dar. Diese Entwicklung hat zu einer kaum vorstellbaren Anzahl und Formen von digitalen Screens in unserer Umgebung geführt. Unsere Haushalte besitzen internetfähige TVs, Laptops, Tablets und Smartphones. Unterwegs kommen wir an digitalen Plakaten vorbei, auf den Bahnsteigen und sogar in der U-Bahn können wir auf digitalen Displays das Weltgeschehen beobachten. In unseren Autos wird ein Großteil der Unterhaltung und Navigation von vernetzten Systemen gesteuert. Der Zahnarzt spielt im Behandlungszimmer Videos an der Decke zur Therapieinformation oder Ablenkung und im Einkaufszentrum finden wir mit Hilfe eines virtuellen Plans den Weg. Und die nächste Stufe von technischen Begleitern und gesteigertem Content-Erlebnis steht schon bereit - Wearables sowie Augmented Reality Tools.

Wir leben in einer Welt von Screens, die wir selber aktiv nutzen oder ihnen passiv „ausgesetzt“ sind. Dabei können die Grenzen fließend sein und sind häufig kaum wahrnehmbar. Von mir aktiv eingestellte Push Newsfeeds erreichen mich zeitversetzt in einem passiven (Medienkonsum-) Zustand. Ebenso erreicht mich die Nachricht meiner Smart Watch, es sei Zeit Schlafen zu gehen, ohne dass ich sie in diesem Moment aktiv angefordert habe. Ebenso verhält es sich mit der Information meines Smartphones, dass sich ein „Bekannter“ in meiner Nähe befindet oder dem Gutschein auf meinem Display für den gerade besuchten Coffee Shop.

---

<sup>1</sup> **Weise, Daniela M.** *Rekrutierung der Net-Generation. E-Recruiting mit Hilfe von Web 2.0-Tools.* Hamburg : Diplomica-Verlag, 2011. ISBN 978-3-8366-9680-7, S. 15.

Ganz der visionären Vorhersage von Mark Weiser (1952 – 1999), hat sich ein „Ubiquitous Computing“, also der allgegenwärtige Rechner, in unseren Alltag integriert. Unsere Umgebung wird durch digitale Komponenten angereichert - weg von dem traditionellen „*One Computer, many people*“ hin zu „*Many computer, for one person*“<sup>2</sup> (2). Und folgt man diesem Gedanken, so löst sich die Wahrnehmung des Computers im ursprünglichen Sinne noch weiter auf.

Nach Norbert Streitz, „*verschwindet der Computer als Konzept und wird nur noch als eine Unterstützung zur Bewältigung von alltäglichen Aufgaben wahrgenommen*“<sup>3</sup> (3).

Betrachten wir diesen veränderten Umgang mit Computern und deren Wahrnehmung, so spiegelt sich dieser Trend natürlich in der Mediennutzung wider. Diese hat sich in den letzten 20 Jahren ebenso rasant und radikal verändert. Wichtigster Treiber dieser Entwicklung ist die Verbreitung des Internets: „...*ein komplexes, universelles Ökosystem, das radikale Innovationen bewirkt und Entwicklungen extrem beschleunigt.*“<sup>4</sup> (4)

Im Gegensatz zu allen klassischen Medien wie Zeitung, Radio oder Fernsehen, die Jahrzehnte benötigt haben, um sich reichweitenstark zu etablieren – hat sich das Internet innerhalb weniger Jahre fest im Alltag der Menschen verankert. Aktuell nutzen 72% der Erwachsene ab 14 Jahren in Deutschland das Internet täglich. (5). Strenggenommen stellt das Internet nur ein Verbreitungsweg von Inhalten dar und dient als Grundlage von Content Plattformen, auf die jeder Anbieter und Interessent zugreifen kann. Aufgrund dieser technischen Basis können Medien-Angebote zeitlich, räumlich und inhaltlich individuell von jedem genutzt werden. Bereits heute ersetzen digitale Angebote Momente der gedruckten Lektüre, des Fernsehens oder anderer klassischer Medien: in öffentlichen Verkehrsmitteln, zuhause, beim Sport oder vor dem Einschlafen im Bett. Die Nutzung des Internets im Tagesverlauf verläuft konträr zur Nutzung der klassischen Medien. Hat das Radio verstärkt am Vormittag die höchste Reichweite und das Fernsehen am Abend, so wird das Internet konstant über den Tag hinweg genutzt (5). Und nicht nur die permanente Nutzung ist charakteristisch, auch eine Unabhängigkeit von Alter- und Geschlecht. Alle sind Online, wenn auch in unterschiedlich starker Ausprägung – 98% der 14 bis 19-Jährigen waren innerhalb der letzten drei Monate online, von den 60 bis 69-Jährigen waren es immerhin noch 66% (6).

---

<sup>2</sup> **Weiser, Mark.** *The Computer for the 21. century.* s.l. : ACM, 1991

<sup>3</sup> **Streitz, Norbert.** *From Cognitive Compatibility to the Disappearing Computer: Experience Design for Smart Environments.* 2008. ACM 978-1-60558-399-0/08/09

<sup>4</sup> **Peter Kuhlmann, Eike Leonhardt, Bastian Mathes.** *OMD media map 4.* s.l. : Omnicom Media Group Germany GmbH, 2014. 978-3-00-047930-4

Neben der weitreichenden Anbindung des Internets gilt als Grundlage der geänderten Mediennutzung die Massenverbreitung der aktuellen (Geräte-) Technologien. Erst durch den Einzug der digitalen Geräte in das private Umfeld konnte sich die Kommunikationslandschaft innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte so grundlegend verändern. Wäre 1985 ein deutscher durchschnitts Haushalt nach der Geräteausstattung für die Mediennutzung befragt worden, so hätte die Antwort zu fast 100% ausschließlich Fernseh- und Radiogerät geheißen. Derselbe Haushalt, 2015 befragt, würde zu mindestens 50% Folgendes angeben: Besitz von Fernseher, Radio, DVD-Gerät, Notebook/ Laptop/ Netbook, PC (stationär), Smartphone und einen Zugang zum Internet via DSL oder VDSL (6).

Dabei ist die Nutzung von Internetangeboten, die ausschließlich über mobile Endgeräte stattfinden, schon in den letzten zwei Jahren um 12% auf eine tägliche Online Unterwegs Nutzung<sup>5</sup> von 30% gestiegen (5). Bereits 2014 gab es weltweit mehr mobile Geräte als Menschen (4) und diese Zahl wächst stetig. Bis 2020 werden ca. 6 Mrd. Smartphone-Anschlüsse weltweit erwartet. (7)

Die mobile Verfügbarkeit des Internets hat einen medialen- und gesellschaftlichen Wandel hervorgerufen. Bisher beruhte unsere tagesaktuelle Weltanschauung auf Informationen, Berichterstattungen und Meldungen, welche durch mediale Gatekeeper wie Journalisten oder Autoren selektiert und zusammengestellt wurden. Heute ermöglichen die Mobiltechnologien eine personalisierte Informationszusammenstellung, die jederzeit und an jedem Ort abrufbar ist. Bis vor einigen Jahren waren wir noch darauf angewiesen, die Geschehnisse des Tages um 20 Uhr durch die ARD Tagesschau zusammengefasst zu bekommen. Im weiteren Verlauf der Digitalisierung wurden wir geräteunabhängiger und konnten unseren Desktop PC für TV Konsum nutzen. Heute können wir uns völlig von Ort und Zeit lösen, um Informationen zu erhalten, dessen Themen und Detailtiefe wir ebenfalls selbst bestimmen. Ob wir in der U-Bahn die neusten Nachrichten konsumieren, während des Essens die Regenwahrscheinlichkeit prüfen oder in einer Ausstellung Hintergrundinformationen zu einem Werk aus Wikipedia lesen – wir haben jederzeit die Möglichkeit, personalisierte Inhalte zu generieren.

Das Smartphone ist unser ständiger Begleiter, Teil unseres privaten Ökosystems, eine Spiegelung unserer eigenen Persönlichkeit und ein Helferlein für jede Situation – sprich: unersetzlich.

Durchschnittlich schauen wir 214 mal am Tag auf das Handy, das entspricht alle fünf Minuten.<sup>6</sup> (8) Bemerkenswert bei dieser Entwicklung ist, dass 43% (4) der befragten Smartphone-Nutzer angeben, aufgrund von Ablenkung schon einmal gegen Etwas gelaufen bzw. gestoßen zu sein.

---

<sup>5</sup>2015 vs. 2017, Erwachsene ab 14 Jahren in Deutschland

<sup>6</sup> Wenn wir von 16 wachen Stunden ausgehen

Ebenfalls alarmierend sind die Zahlen der amerikanischen US Consumer Product Safety Commission: Demnach sind Todesfälle bei Fußgängern in New York bei über 51% auf die Nutzung des Handys zurückzuführen (9). Auch neu entstandene Krankheitsbilder wie „Handynacken“ oder die Nomophobie (No-Mobile-Phone-Phobie), zeugen von einem riesigen gesellschaftlichen Einfluss, den die Verbreitung des mobilen Internets mit sich bringt.

Dieser Einfluss spiegelt sich auch in den digitalen Angeboten an sich wider. So müssen sich diese an der speziellen Nutzungssituation sowie dem mobilen Abruf orientieren. Mit Hilfe von responsivem Design können sich die Internet-Plattformen der Content- und Service Anbieter an die ausspielenden Devices anpassen und so nutzerfreundliche Interaktionen bieten. Der angebotene Inhalt ist ebenfalls auf die mobile Nutzung zugeschnitten - kurz und knapp gefasste Artikel, übersichtliches Layout, ausgeprägte Bildersprache und reichlich Bewegtbild dominieren die Smartphone-Seiten. Mittlerweile gibt es digitale Angebote, die nur noch per Handy abrufbar sind, beispielsweise ist der reichweitenstarke Messenger-Dienst Snapchat nur als App nutzbar und nicht über den klassischen PC oder Laptop zugänglich. Service-Apps wie Wallet ermöglichen eine Symbiose aus der „klassischen“ Computerwelt und dem Smartphone – indem Bahn- und Flugtickets per Mail zugesandt und in eine App übertragen werden, die dann durch das Smartphone leicht verwaltet und eingesetzt werden können.

Die einfache Handhabung, der intuitive Umgang, die (vermeintliche) Zeitersparung beim Medien- und Nachrichten Konsum, die persönlich zugeschnittenen Angebote sowie die Zeit- und Ortsunabhängigkeit bilden den Schwerpunkt der mobilen Handynutzung.

Sämtliche benutzerfreundlichen Aspekte sind allerdings erst durch technische Innovationen möglich geworden. Diese erläutere ich im folgenden Kapitel.

### 1.1.1. Technische Aspekte der digital-mobilen Transformation

Die Smartphones der aktuellen Generation sind „Wunderwerke der Technik“ und mit modernsten Gadgets ausgestattet. Doch mit dem Fortschritt der Technologie und veränderten Geräten musste auch ein Umdenken bei der Computerbedienung stattfinden<sup>7</sup> (10).

Die klassischen Eingabekonzepte, die wir aus der Desktop-Anwendung kennen, konnten nicht weiter angewendet werden – alternative Konzepte zwischen Mensch und Maschine mussten erstellt werden. Diese sind vielschichtiger, aufwendiger und komplexer als das herkömmlichen Maus-Bildschirm-Tastatur Konzept.

Die Interaktion zwischen Nutzer und Smartphone stellt dabei einen grundlegenden Aspekt dar. Prinzipiell kann man bei den Arten der Interaktion explizite und implizite Interaktion unterscheiden (Abb. 1). Allerdings ist das Ende von expliziter und der Beginn von implizierter Interaktion zum Teil schwer zu definieren. Aktuell treffen wir bei den meisten Handlungen mit unseren PCs noch auf explizite Interaktion – ein eindeutig vom Nutzer gegebener Handlungsbefehl wird direkt ausgeführt. Das ist folglich eine willentliche Eingabe eines Kommandos an den Computer. Das bisherige Konzept des Computers sieht dafür - neben der Ausgabestelle - eine eindeutige Eingabe- bzw. Benutzungsschnittstelle vor (Bildschirm, Tastatur, Maus). Das Gegenstück hierzu ist die implizite Interaktion, das sind *„Aktionen und Reaktionen des Computersystems, die nicht direkt mit expliziten Eingaben der Nutzer zusammenhängen und die in die Umgebung der Benutzer integriert sind.“*<sup>8</sup>

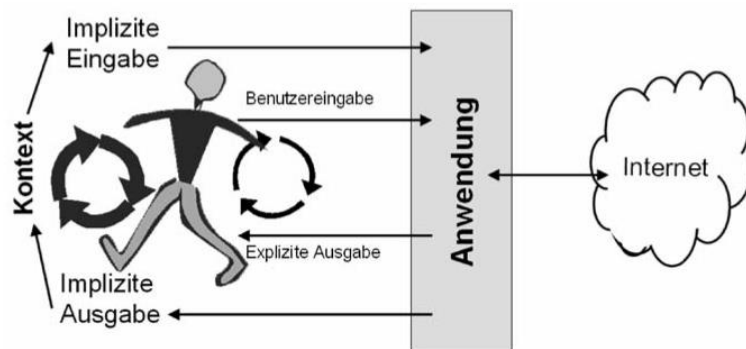
Erfolgt die Eingabe des Systems beispielsweise über den Kontext wie bei Navigationservices auf dem Smartphone (dessen Bedienung durch eine gewünschte Zielerreichung motiviert wird), findet zwar eine explizite Eingabe des Zielortes statt, die Routen-Angaben und Steuerung durch das Mobile erfolgt allerdings implizit, basierend auf der Fortbewegung des Nutzers<sup>9</sup> (11). An dieser Stelle verschwimmen die Grenzen zwischen klarer Eingabe und direkt ausgeführter Reaktion - hin zu einer in den Nutzungskontext eingebetteten Ausgabe.

---

<sup>7</sup> **Schmidt, Albrecht.** *Eingebettete Interaktion - Symbiose von Mensch und Information.* [Buchverf.] Friedemann Mattern. *Die Informatisierung des Alltags.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2007

<sup>8</sup> **Schmidt, Albrecht.** *Eingebettete Interaktion - Symbiose von Mensch und Information.* [Buchverf.] Friedemann Mattern. *Die Informatisierung des Alltags.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2007, S. 84 f.

<sup>9</sup> **Andreas Butz, Antonio Krüger.** *Mensch-Maschine-Interaktion.* s.l. : Walter de Gruyter GmbH, 2017. ISBN 978-3-11-047636-1



**Abbildung 1: Eingebettete Interaktion**

Schmidt, Albrecht. Eingebettete Interaktion - Symbiose von Mensch und Information. [Buchverf.] Friedemann Mattern. *Die Informatisierung des Alltags*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2007

Die Entwicklung von implizierter Interaktion wird mit fortschreitendem Wachstum und Verbreitung mobiler Systeme zunehmen. Dabei ist der Wunsch naheliegend, zukünftig nur implizit mit den Systemen zu kommunizieren – „*Proactive Computing bezeichnet eine Forschungsrichtung, welche versucht, Verfahren zu entwickeln, die abhängig vom Kontext die Pläne und Ziele von Benutzern erkennt, um dann diese Ziele vollautomatisch zu unterstützen.*“<sup>10</sup> (11)

So benutzerfreundlich dies auch klingen mag, geht mit einer solchen Entwicklung ein Großteil der Steuerung und Kontrolle vom Menschen auf die Maschine über. Wenn wir bei dem Navigations-Beispiel bleiben, so ist dem Nutzer vielleicht gar nicht bewusst, dass der aktuelle Standort automatisch in den Service einfließt und somit ein Teil der Privatsphäre preisgegeben wird. Wichtig ist daher, die Anwendungen transparent für den Nutzer zu gestalten. (11)

Des Weiteren wurde das Eingabe-Konzept revolutioniert.

Der Touch Screen ermöglicht die direkte Eingabe über den Bildschirm des Gerätes. Die Mehrheit der mobilen Geräte sind mit dieser Technik ausgestattet, da das ursprüngliche Maus-Bildschirm-Tastatur Konzept nicht mehr praktikabel war. Bereits 2003 wurde während eines Pilotprojektes mit einem interaktiven Patientenkommunikationssystem im Krankenhausumfeld festgestellt: „*die Touch Screen-Technologie ist das natürlichste aller Eingabegeräte – selbst Kinder können sie leicht bedienen. Aber diese einfache Interaktion erwies sich auch ideal für Menschen, die nicht übermäßig mit Computern vertraut sind, einschließlich älterer und/oder behinderter Patienten.*“<sup>11</sup> (12)

<sup>10</sup> **Andreas Butz, Antonio Krüger.** *Mensch-Maschine-Interaktion*. s.l. : Walter de Gruyter GmbH, 2017. ISBN 978-3-11-047636-1, S. 199

<sup>11</sup> *Finger Instead of Mouse: Touch Screen as a means of Enhancing Universal Access.* **Holzinger, Andreas.** Berlin, Heidelberg : Springer-Verlage, 2003. ISBN 978-3-540-00855-2

Diese Touch-Interaktionstechnik basiert auf Berührungsempfindlichkeit, mit der ein Großteil der Device Funktionen gesteuert, Services dargestellt und Content betrachtet wird.

Um die Eingabegenauigkeiten zu erhöhen, gibt es Machine-Learning Ansätze um die anwenderspezifische Toucheingabe- und Ausgabegeschwindigkeit zu erhöhen. (13)

Eine große Herausforderung der Touch Screen Technologie stellt die Interaktion auf kleinen Bildschirmen dar. Aufgrund ihrer Tragfähigkeit haben mobile Devices meist kleine Bildschirme. Die sich daraus ergebenden begrenzten Darstellungsmöglichkeiten müssen gelöst werden. Es stellt sich auch die Frage nach geeigneten Eingabemodalitäten (wenn wir nicht von einer allgegenwärtigen impliziten Interaktion ausgehen).

Weithin bekannt ist dabei das Fat-Finger Problem, welches die Problematik bezeichnet „*das der Finger im Verhältnis zum Touch Bildschirm relativ groß ist.*“<sup>12</sup> (11) Dem wird entgegengewirkt, indem nur eine reduzierte Anzahl von Eingabemöglichkeiten auf dem Bildschirm dargestellt werden. In dem Zusammenhang besteht ebenfalls das Risiko, dass Inhalte durch den Eingabe-Finger verdeckt werden. Dies wird bei aktuellen Smartphones durch vergrößerte Wiedergabe neben dem Finger zu umgehen versucht. (vgl. (11))

Ebenfalls schwierig gestaltet sich die Darstellung von großflächigen Inhalten und deren Interaktion auf kleinen Bildschirmen. Da die Art der Betrachtung wirkt, als würde man durch ein Schlüsselloch, einen großen Raum betrachten, spricht man von der Peephole Interaction.

Hierzu haben drei Studenten des German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI) in Saarbrücken zwei möglichen Arten getestet, um auf die visuellen Inhalte zuzugreifen. Sie haben in einer Studie die Möglichkeit der statischen und dynamischen Peephole-Interaktion im Rahmen einer Karten-Navigation beobachtet.

Bei der statischen Peephole-Interaktion wurde durch Touch die Karte auf dem Gerät (Smartwatch) zum gewünschten Ausschnitt bewegt.

Die zweite dynamische Methode ermöglichte durch Bewegung des Armes bzw. der Hand den Kartenausschnitt zu bewegen, die Karte selbst blieb bewegungslos.

Das Ergebnis der Studie war, dass die statische Peephole-Interaktion in Bezug auf die Aufgabenleistung und Benutzererfahrung besser abschnitt. (14) Diese bevorzugte Art der Interaktion (statische Peephole Interaction) wird bei fast allen gängigen Smartphones zur Darstellung einer

---

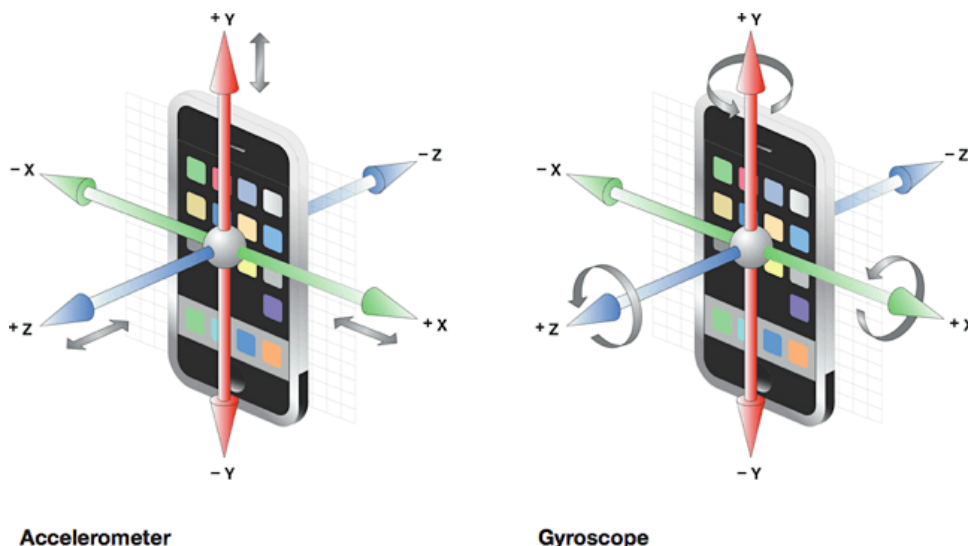
<sup>12</sup> **Andreas Butz, Antonio Krüger.** *Mensch-Maschine-Interaktion. s.l. : Walter de Gruyter GmbH, 2017. ISBN 978-3-11-047636-1, S. 191*



größeren Karte genutzt, um durch Touch-Eingaben die visuellen Inhalte zu verschieben, damit auch die außerhalb des Sichtfeldes liegenden Abschnitte sichtbar werden (Bsp.: Google Maps).

Neben den beschriebenen Interaktionen auf dem Touch sensitivem Bildschirm oder der Gesteninteraktion mit dem Arm, wäre eine Interaktion mit dem Gerät selber denkbar (vgl. (11)). Eingebaute Sensorik innerhalb der Devices bieten eine Vielzahl an Bewegungsvarianten, die erkannt und umgesetzt werden könnten. Der Beschleunigungssensor (Accelerometer), analysiert die Beschleunigung bzw. Trägheitskraft entlang der drei Bewegungsachsen und gibt somit Auskunft über eine mögliche Positionsänderung.

Das verbaute Gyroscope basiert auf der Theorie von Johann Bohnberger, nachdem sich ein drehender Kreisel stets nach der Richtung der Drehachse orientieren wird. Damit kann bestimmt werden, ob das Handy hoch oder quer gehalten wird (Abb. 2).



**Abbildung 2: Accelerometer & Gyroscope**

Dans, Enrique. Medium, Don't send a human to do a machine's job. [Online] 28. 01 2016. [Zitat vom: 16. 11 2017.] <https://medium.com/enrique-dans/don-t-send-a-human-to-do-a-machine-s-job-49a2e90938ee>

Ein integriertes Magnetometer kann durch die Messung des Magnetfeldes der Erde eine exakte Aussage über den aktuellen Standort geben.

Das Global Positioning System, kurz GPS, stellt allerdings das verbreitetste Lokalisierungssystem dar. Es ist ein weltweites System aus Satelliten zur Unterstützung der Navigation. Eine im Smartphone integrierte Antenne empfängt die gesendeten Satelliten-Signale und nutzt diese zur eigenen Standortbestimmung. Hierbei muss eine uneingeschränkte „Sicht“ bzw. Funkverbindung zu den Satelliten (mind. drei) möglich sein. Alternativ können zur Lokalisierung auch WLAN Daten oder die

Standorte von Mobilfunktürmen genutzt werden.

Innerhalb geschlossener Räumen funktioniert eine auf GPS basierende Navigation nicht.

Die Navigation bzw. Lokalisierung in Innenräumen stellt aktuell noch eine Herausforderung dar. Ein Großteil der Lösungen basierten auf dem WiFi Transmitter des mobilen Gerätes und einer verfügbaren WiFi Infrastruktur zur Ermittlung des Standortes. Dies ist jedoch mit einigen technischen Hürden, Implementierungsaufwand und häufigen Software Updates verbunden (15).

Ein weiterer Ansatz verwendet die beschriebenen Trägheitssensoren (Gyroskop, Accelerometer) zur Lokalisierung in Innenräumen (16). Oder auch Systeme, die Indoor-Mapping, mobile Sensorik, Umgebungsfotos diverser zur Verfügung stehender mobiler Devices und Netzwerktechnik verbinden (17). Ein kürzlich veröffentlichter Ansatz legt die Laufgeschwindigkeit von Fußgängern zugrunde und kombiniert ihn mit einem innovativen Algorithmus und mobiler Messtechnik, um Lokalisierung außerhalb der GPS-Abdeckung zu gewährleisten (18).

Eine weitere Vielzahl von technischen Bauteilen findet in den Smartphones Anwendung.

Beispielsweise passt der Lichtsensor die Helligkeit des Bildschirms an die Umgebungshelligkeit an.

In den neuesten Smartphones wird der Bildschirm eingeschaltet, wenn man die Hand vor den Lichtsensor hält. Der Näherungssensor kann ebenfalls berührungsfrei durch Infrarotstrahlen messen, ob das Telefon ans Ohr gehalten wird und die Einstellungen entsprechend anpassen (bspw. die Berührungsunempfindlichkeit des Displays senken, die Audio Ausgabe anpassen o.ä.).

Ursprünglich dienten Kameralinsen zur Aufnahme von Fotos. Doch im Laufe der Jahre wurde mit der kontinuierlichen technischen Entwicklung die Leistungsfähigkeit der Kameras enorm gesteigert. Nun ergeben sich Einsatzfelder wie abgestimmtes Scrollen von Texten, das auf der Aufnahme der Augenbewegung beruht (19) oder der Einsatz von Gesichtserkennung. Im iPhone X wird anhand der Gesichtsaufnahme und ausreichender Übereinstimmung mit zuvor gespeicherten Bildern überprüft, ob der Nutzer zum Entsperren authentifiziert ist. Unterstützt wird diese Funktion durch einen Punktprojektor, einer Infrarotkamera und einem Infrarotbeleuchter. Auch die Wiedergabe von Gesichtsausdrücken und die Übertragung auf animierte Emoojis ist mit der neuen Gerätegeneration möglich (20). Neben diesen Zusatzfunktionen ermöglichen moderne Kameralinsen natürlich primär erstklassige Aufnahmen mit hoher Auflösung und Bildqualität. Durch Messung der Bewegungsrichtung von Bildpunkten sind sogar Panoramaaufnahmen möglich.

Ein weiterer mobiler Sensor stellt das Mikrofon dar. In den neuesten Smartphone Generationen sind meist mehrere zu finden – zum einen dienen sie zur besseren Lokalisierung der Geräuschquelle. Zum anderen nehmen sie Hintergrundgeräusche auf, um diese für eine bessere Klangqualität herauszufiltern.

Auch zur Steuerung der Devices selbst wird ein Mikrofon benötigt - Services wie „Siri“ oder „Alexa“ funktionieren über die permanente Mikrofon-Aufnahme und reagieren auf Ihren Namen zur Aktivierung. Mobile Dienstleistungen, wie z.B. Shazam, können Musik erkennen und weitere Services dazu anbieten. Auch zur Analyse von Emotionen, über die Stimme (21), können die Mikrofone eingesetzt werden. Ein weiteres zukünftiges Verwendungsgebiet könnte der Einsatz von Stimmerkennung zur persönlichen Identifikation sein.

Ebenfalls in den meisten mobilen Geräten sind weitere Kommunikationstechniken inkludiert:

- Bluetooth: Datenübertragung per Antenne über kurze Strecken
- Wireless LAN: ein lokales Funknetz zum Senden und Empfangen von Daten
- GSM/UMTS Modul: zur Sprach- und Datenübertragung innerhalb eines Mobilfunknetzes
- NFC: ein auf Radiowellen basierende Technologie zum kontaktlosen Datenaustausch auf sehr kurzer Strecke (wenige Zentimeter)

## 1.1.2. Fazit

Wie anfänglich beschrieben, hat die Digitalisierung im Laufe weniger Jahrzehnte eine Entwicklung herbeigeführt, die mobile und internetfähige Geräte in unser Umfeld integriert und als dauerhafter Alltagsbegleiter etabliert hat. Diese rasante Zunahme wurde durch den mobilen Geräte-Fortschritt und ihrem hohen Grad an Nutzerfreundlichkeit beschleunigt. Die Vielzahl eingebauter technischer Features ermöglichen dem Smartphone ein riesiges Spektrum an Einsatzmöglichkeiten. Damit einher geht die Änderung des Mediennutzungs- und Kommunikationsverhaltens, welches durch die permanente Verfügbarkeit umfassender Informationen geprägt ist.

Die Verankerung des Smartphones und das etablierte Medienverhalten „Anywhere & Anytime“ beruht auf folgenden Aspekten:

### **Technische** Aspekte:

- Der Erfindung des Internets und deren Zugänglichkeit für die Allgemeinheit.
- Die zeit- und ortsunabhängige Nutzungsmöglichkeit des mobilen Internets.
- Die rasante Entwicklung der technischen Komponenten hin zu immer kleineren, schnelleren, günstigeren und besser ausgestatteten Geräten.
- Die Verfügbarkeit von digitalen und mobilen Geräten für eine breite gesellschaftliche Masse.

### **Inhaltliche** Aspekte:

- Nutzerfreundliche Bedienung und Interfaces der Geräte.
- Angebotene Inhalte und Services sind auf die mobile Nutzungssituation angepasst und ermöglichen eine schnelle Erfassung und Bearbeitung.
- Content zu sämtlichen Themen ist in beliebigem Umfang verfügbar und wird personalisiert angeboten.

Diese Faktoren sowie der (noch ausstehende) vollständige Ausbau der mobilen Infrastruktur (Breitbandanschluss, mobile Funktürme, freie WLAN-Netze u.ä.) führen zu der allgegenwärtigen, digitalen Omnipräsenz.

Doch es scheint noch weitere Gründe für Menschen zu geben, die eine derartig hohe Akzeptanz und Alltäglichkeit der digitalen mobilen Nutzung erklären könnten. Daher möchte ich im nächsten Kapitel die Omnipräsenz der mobilen Begleiter von einem anderen Blickwinkel aus betrachten.

## 1.2. Menschliche Aspekte der digital-mobilen Transformation

### Die Bedürfnispyramide nach Maslow – ein Erklärungsversuch für die mobile Abhängigkeit

Der Versuch, eine Erklärung für die Abhängigkeit der Menschen zu ihren mobilen Devices zu finden, wird in der Literatur oft mit Hilfe der „Bedürfnispyramide“ von Maslow unternommen. Dabei handelt es sich um eine sozialpsychologische Theorie des US-amerikanischen Psychologen Abraham Maslow (1908–1970). Sie beschreibt menschliche Bedürfnisse und Motivationen innerhalb einer hierarchischen Struktur und versucht, diese anhand des Pyramiden-Konzeptes zu erklären (22). Maslow schildert in seiner Theorie, dass erst die Bedürfnisse der jeweils unteren Stufe befriedigt sein müssen, bevor sich der Mensch den darüber gelagerten Aspekten widmen kann (Abb. 3). Gerne möchte ich im Folgenden die einzelnen Stufen der Pyramide dem Verhältnis von Mensch und Smartphone/ Tablet/ Wearables zuordnen:

#### Physiologische Grundbedürfnisse

Bei den rein körperlichen Bedürfnissen des Menschen, wie Atmung, Nahrung, Kleidung, Schlaf u.ä. können uns diverse Dienstleistungen und Services wie Fitness-Tracker, Gesundheits-Apps und Wearable Technology unterstützen. Die Verschmelzung der digitalen Welt und der physischen Realität wird hier zur Befriedigung der grundlegenden Bedürfnisse genutzt.

#### Sicherheitsbedürfnisse

Auch beim menschlichen Streben nach Sicherheit, Stabilität, Frieden sowie dem Wunsch, Unbekanntes erklären und einordnen zu können, stehen uns die mobilen Technologien helfend zur Seite. Sei es beispielsweise durch die Basis Funktion, Notfall-Nummern wählen zu können, die stete Möglichkeit der Orientierung durch Map-Angebote, der immer verfügbare Blick auf die persönlichen Finanzen, der Einsatz von Lokalisierungs-Apps oder die Möglichkeit, mobil auf einen riesigen Wissensfundus zugreifen zu können. All dies kann unser Streben nach Sicherheit erfüllen.

#### Soziale Bedürfnisse:

Wenn die Physiologischen- und Sicherheitsbedürfnisse abgedeckt sind, wendet sich der Mensch lt. Maslow den sozialen Beziehungen zu. Hier steht der Wunsch nach Zuneigung und Liebe, sozialer Anerkennung und Zugehörigkeit im Fokus. An dieser Stelle können die Social Media Anbieter mit ihrem Portfolio einen Großteil dieser Aspekte abdecken, auch Blogs und Foren haben ihren Beitrag. Durch die Beteiligung in (digitalen) Gruppen, der beständigen persönlichen Erreichbarkeit und dem Wissen, stets „auf dem neuesten Stand“ zu sein, wird das menschliche Bedürfnis gedeckt, dazuzugehören, teilzuhaben und nicht ausgeschlossen zu werden.

#### Ich-Bedürfnisse:

„Aufmerksamkeit, Beachtung, Einfluss, Status, Macht – Verantwortung in einer Gruppe übernehmen. Menschen brauchen das Gefühl, gebraucht zu werden und einen Beitrag zu leisten. Aus diesem Bedürfnis nach Anerkennung und Geltung heraus lässt es sich erklären, dass Menschen sich in Sportvereinen engagieren, Hobbies nachgehen, beruflichen Ehrgeiz entwickeln oder sich bilden möchten.“ (23) Die digitale Welt kann diese mentalen Bedürfnisse über persönlich erstellten und veröffentlichten Content, die Steigerung der Follower- Anzahl, den Ausbau des digitalen Freundeskreises oder die maximale Anzahl von Likes stillen. Sicher spielt hier auch das Bedürfnis nach Selbstinszenierung eine große Rolle. Durch den Einsatz bzw. der Präsentation neuester Hardware (Mobile, VR-Gadgets, Tablet) kann soziales Ansehen und Status ebenfalls erhöht werden.

#### Selbstentwicklung und Selbstverwirklichung:

Hier beschreibt Maslow den Wunsch des Menschen, das eigene Potenzial auszuschöpfen (22). Bildung und persönliche Weiterentwicklung stellt dabei einen der möglichen Wege dar. Dabei kann das permanent verfügbare Weltwissen unterstützen, das über diverse Services und Zugängen erreichbar ist. Auch die öffentliche Präsentation (bspw. über Social Media Plattformen oder Blogs) von eigenen Handlungen oder Meinungen kann für den ein oder anderen als Selbstentwicklung und – Verwirklichung wahrgenommen werden.



**Abbildung 3: Maslowsche Bedürfnispyramide**

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=62696203>, LMU Dozent Medizin (Diskussion) 04:47, 23. Sep. 2017 (CEST) - Eigenes Werk (Originaltext: selbst erstellt), CC BY-SA 3.0 de

### 1.2.1. Fazit:

Anhand der Maslowschen Bedürfnispyramide wird deutlich, wie groß der Einfluss der digitalen Technologien auf unsere Persönlichkeit ist. Die mobile Internetnutzung stellt einen großen gesellschaftlichen, kulturellen und wirtschaftlichen Umbruch dar. Sie ermöglicht uns den permanenten Zugang zu den unendlichen Weiten des Internets, digitale Dienstleistungen sind überall, jederzeit und personalisiert verfügbar, es besteht ein ständiger Zugang zum Weltwissen. Wir können vernetzt über eine Vielzahl von Wegen ortsunabhängig kommunizieren und haben damit die Gelegenheit, viele Bereiche unseres Alltags zu vereinfachen und zu revolutionieren.

Dass das Smartphone und Tablet nur den Beginn eines Technologie Trends darstellen, der zu immer kleineren, intelligenteren und günstigeren Geräten führen wird, sollte uns allen bewusst sein.

Wearable Computing, wie Datenbrillen, Smartwatches und Activity Tracker werden das Konzept des Computers grundlegend verändern. Auch der deutsche Informatiker Norbert Streitz geht von dem „Disappearing Computer“ aus. Bei diesem Ansatz wird der Computer als Gegenstand verschwinden (disappearing), aber seine Funktionalitäten sind ubiquitär verfügbar und bieten neue Formen der Interaktion, Kommunikation und Zusammenarbeit. (24)

## 2. Museale digitale Transformation - Neuorientierung basierend auf der medialen, gesellschaftlichen Evolution

### 2.1. Einleitung

Wie die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, hat sich unsere Gesellschaft, unsere Nutzung der Medien, unsere Persönlichkeit, und sogar unser Miteinander aufgrund der neuen, mobilen Technologien verändert. Wie Alexander Markowetz in seinem Buch „Digitaler Burnout“ beschreibt: *„Die Smartphones haben nicht nur die Art, wie wir leben verändert. Sie haben auch uns als Menschen verändert – wir sind zum >Homo Digitalis< geworden. Als digitale Menschen sind wir wie durch eine Nabelschnur mit dem Smartphone verbunden. Wir nehmen unsere Welt durch einen oder mehrere Bildschirme hindurch wahr, sind immer online. Was wir dort sehen, ist nicht imaginär oder Virtual Reality, es ist unsere Realität.“*<sup>13</sup> (25)

Basierend auf dieser breiten Vernetzung unserer Lebenswelten, der etablierten digitalen Technologien sowie deren gesellschaftlicher Akzeptanz – werden nun auch Felder berührt, die bisher nicht für den ausgeprägten Einsatz neuer Medien bekannt waren. Mit etwas zeitlicher Verzögerung kommen kulturelle und pädagogische Umfelder mit der Digitalisierung in Berührung.

Wie auch Jens-Martin Loebel feststellt: *„Museen, Bibliotheken und Archive werden in hohem Maße von den durch die Digitalisierung ausgelösten gesellschaftlichen Umbrüchen und Veränderungsprozessen im Umgang mit Informationen, Bildung und Kultur beeinflusst.“*<sup>14</sup> (26)

Die Art und Weise der Wissensbewahrung, -Vermittlung und -Weitergabe, der Bildungsmöglichkeiten und der Lernmethodik wird sich verändern. Ein ähnliches Phänomen konnte durch die Einführung der - damals neuen Medien - Radio und Fernsehen beobachtet werden. Durch die Etablierung dieser Kanäle konnte jenseits der Typografie eine neue visuelle und auditive Bildungsidee realisiert werden. (27)

---

<sup>13</sup> **Markowetz, Alexander.** *Digitaler Burnout, Warum unsere permanente Smartphone-Nutzung gefährlich ist.* s.l. : Droemer, 2015. 978-3-426-27670-9, S.25

<sup>14</sup> **Loebel, Jens-Martin.** *Interaktion mit multimedialen digitalen Artefakten im Museumskontext - Ein Praxisbericht.* Bonn : Lecture Notes in Informatik, Gesellschaft für Informatik, 2017, S. 577



Auch Petra Missomelius geht in einem Artikel der Zeitschrift MedienPädagogik bzgl. der neu verfügbaren Technologien davon aus, dass „...*Visualität im Kontext multimodal zusammengesetzter Bildungsmaterialien eine zunehmende Rolle spielen wird und als Möglichkeit des Umgangs mit Komplexität*“ Einsatz findet.<sup>15</sup> (28)

## 2.2. Standards für Museen unter dem Gesichtspunkt der digitalen Transformation

Für Museen bedeuten diese gesellschaftlichen Umbrüche große Herausforderungen, aber auch neue Möglichkeiten der Arbeits- und Präsentationsaufgaben. Seien es interne Abläufe, Archivierungs- und Verwaltungsaufgaben oder die Möglichkeiten, unbelebte Objekte, lebendig wirken zu lassen, Informationen leicht verständlich zu visualisieren, mit bisher hinter Vitrinen versteckten Stücken interagieren zu können oder interaktive Erlebnisse zu schaffen – all das wird der gesellschaftlichen, digitalen Evolution gerecht. Der museale Digitalisierungsprozess ist eine allumfassende Aufgabe und schließt den Großteil aller Kernaktivitäten der Museumsarbeit ein.

Doch welche Aspekte umfasst die Museumsarbeit und wie verstehen und definieren die Museen ihren gesellschaftlichen Auftrag?

Der Deutsche Museumsbund hat in seiner Ausarbeitung „Standards für Museen“ (29) vier Schwerpunkte definiert, an denen sich die Kultureinrichtungen während ihrer alltäglichen Arbeit orientieren. Dabei soll eine konsequente Fortsetzung aus der analogen in die digitale Welt Berücksichtigung finden. Ich werde im Folgenden die möglichen Ansätze einer digitalen Transformation innerhalb der musealen Arbeitsfelder betrachten.

Die klassische Agenda umfasst folgende Kernaufgaben der Museen:

- 1. Sammeln
- 2. Bewahren
- 3. Forschen und Dokumentieren
- 4. Ausstellen und Vermitteln

---

<sup>15</sup> **Missomelius, Petra.** *Medienpädagogische Aufgabenfelder hinsichtlich der Visualität im digitalen Zeitalter.* MedienPädagogik Nr.27. 27. 04 2017

## 1. Sammeln

*„Museen sammeln originale Zeugnisse der Kultur und der Natur. Diese werden zu Forschungs- und Bildungszwecken bewahrt, dokumentiert und künftigen Generationen überliefert.*

*Museumssammlungen sind das gegenständliche kulturelle Gedächtnis der Menschheit und ihrer Umwelt.“<sup>16</sup> (29)*

Durch die digitalen Technologien stehen für das Sammeln und Erfassen von Kulturgütern neue Möglichkeiten zur Verfügung. Der Aufbau und die Pflege einer Datenbank, die alle musealen Exponate beinhaltet, stellt so eine Chance dar. Mit der digitalen Archivierung aller gesammelten Zeugnisse des Museums wird eine digitale Objektdokumentation erstellt. Diese könnte im nächsten Schritt mit weiteren Museen weltweit verknüpft werden. Dadurch entstünde ein gigantischer Datenpool und die angestrebte museumsübergreifende Zusammenarbeit (30) würde gefördert. Basis hierfür sind einheitliche Standards zur Erfassung der Exponate sowie dem technischen Aufbau der Objektdatenbank (Dateiformat, präzise Bezeichnungen und Vokabular, klare Definition der zu speichernden Inhalte, Qualitätsvorgaben, Definition der zu ergänzende Informationen pro Objekt zur Verschlagwortung...) <sup>17</sup>. Eine so strukturierte digitale Sammlung würde interne Arbeitsabläufe wie bspw. die Suche nach Exponaten vereinfachen. Eine weitere Chance beschreiben Daniel Klinkhammer und Harald Reiter: *„Liegt ein solches innovatives Archivierungssystem vor, können auf diesem Algorithmische Analysen durchgeführt werden, die zur Erkenntnis neuer Zusammenhänge zwischen den Objektdaten führen und wiederum selbst als Grundlage für neue Arten der Wissenspräsentation dienen können.“<sup>18</sup> (31)*

Demnach kann auch bei der Auswahl von Ausstellungsstücken und deren Zusammenstellung eine digitale Erfassung unterstützen, die verschiedenen Aspekte und Kontexte zu berücksichtigen.

---

<sup>16</sup> *„Museen, Arbeitsgruppe Standards für Museen“*. Kassel/Berlin : Deutscher Museumsbund e.V. / ICOM-Deutschland, 2006, S. 15

<sup>17</sup> Welche Herausforderung der vereinheitlichte Aufbau der Objektdokumentation in Museen bedeutet, haben Jutta Dresch und Christof Mainberger anhand der baden-württembergischen Landesmuseen und der Software Einführung „imdas pro“ analysiert: <https://informatik2017.de/files/2017/10/proceedings2.pdf>, ab S. 587

<sup>18</sup> *Daniel Klinkhammer, Harald Reiterer. Blended Museum. [Buchverf.] Maximilian Eibl. [Hrsg.] Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) Martin Gaedke. Informatik 2017. Chemnitz : s.n., 2017, S. 554*

## 2. Bewahren

*„Das Museum hat den Auftrag, Zeugnisse der Vergangenheit und der Gegenwart dauerhaft zu erhalten und für die Zukunft zu sichern.“<sup>19</sup> (29)*

Viele gesammelte Objekte sind aufgrund ihrer Beschaffenheit oder der Beschaffenheit des Trägermediums vergänglich. Daher kommt dem Bewahren eine verantwortungsvolle Rolle innerhalb der Museumstätigkeiten zu. Mithilfe neuer Technologien können Kopien, Scans, Fotos (in diversen neuen Ausführungen wie z.B. 360 Grad Bildern, Tiefen fotografien oder 3D Aufnahmen) von den Exponaten gemacht werden. Dadurch entstehen digitale Abbilder, die auch zukünftig die Stücke „weiterleben“ lassen. Selbst bei eintretenden Katastrophen wie Feuer, Wasser, Diebstahl o.ä. können die digitalisierten Objekte aufgrund von intelligenter Speicherung (dezentral, Back-up Kopien, externe Server) weiter zur Verfügung stehen. Fundamental wichtig hierbei ist die regelmäßige Transferierung der Daten auf aktuelle und zukünftige Speicher-Technologien.

## 3. Forschen und Dokumentieren

*„Das wissenschaftliche Erschließen der Sammlungsbestände ist eine Kernaufgabe des Museums. Selbstständiges Forschen, gleich welchen Umfangs, dient der wissenschaftlich begründeten Bildungsarbeit und der Verbesserung der Sammlungsdocumentation. [...] Kooperationen in regionalen, nationalen und internationalen Netzwerken erweitern die Möglichkeiten wissenschaftlicher Arbeit.“<sup>20</sup> (29)*

Die bereits bei den ersten beiden Punkten genannten Maßnahmen der Digitalisierung von Objekten sowie der Aufbau einer Datenbank, unterstützen die Aufgabe des Forschens und Dokumentierens immens. Durch die neuartigen Möglichkeiten, Zugang zu den Museumsobjekten zu erhalten, könnte eine viel größere Zielgruppe (Studenten, wissenschaftlich Interessierte, Kuratoren anderer Museen...) von überall auf der Welt bei der wissenschaftlichen Erschließung und Interpretation von Sammlungsbeständen sowie Werken unterstützen. Ein weiterer positiver Aspekt ist die Haltbarkeit sowie Zugänglichkeit der Exponate, da eine Forschungs- und Dokumentationsarbeit nicht zwingend mit dem Originalobjekt durchgeführt werden müsste.

---

<sup>19</sup> „Museen, Arbeitsgruppe Standards für Museen“. Kassel/Berlin : Deutscher Museumsbund e.V. / ICOM-Deutschland, 2006, S. 16

<sup>20</sup> „Museen, Arbeitsgruppe Standards für Museen“. Kassel/Berlin : Deutscher Museumsbund e.V. / ICOM-Deutschland, 2006, S. 18

Auch die ortsunabhängige Forschungsarbeit mit den Stücken bietet immenses Potenzial. Ein vorstellbares Szenario wäre folglich, dass sich ein Geschichtsstudent zur Untersuchung einer römischen Büste die 3D Daten aus der globalen Datenbank herausucht und das Objekt in seiner Universität zur detaillierteren Analyse bequem direkt ausdruckt.

#### 4. Ausstellen und Vermitteln

*„Das Museum erfüllt als Ort lebenslangen Lernens einen Bildungsauftrag. [...] Die Informationen beruhen auf neuen Erkenntnissen, sie werden allgemein verständlich und ansprechend dargeboten. [...] Museen reagieren auf die sich wandelnden Sozialstrukturen und Lebensgewohnheiten der Gesellschaft ebenso wie auf die Entwicklung der Informationstechnik. Für Museen bedeutet dies u.a., dass sie die Präsentation und Vermittlung ihrer Sammlung den sich ändernden Seh- und Wahrnehmungsgewohnheiten der Besucher/innen anpassen.“<sup>21</sup> (29)*

Diese selbst definierte Leitthese der Museen drückt richtigerweise die Notwendigkeit der internen Weiterentwicklung, orientiert an der gesellschaftlichen Evolution, aus. Der heutige Museums-Besucher hat eine veränderte Erwartung. Das Museum soll Kunst präsentieren, Bilden und Lehren, aber auch Erlebniswelten schaffen, den Gast einbeziehen und mit ihm angemessen interagieren. Die Bedürfnisse kommender Generationen sind, Informationen kurz und gebündelt zu erhalten, um diese auf eine leichte Art konsumieren zu können. Es besteht der Bedarf, auch komplexe Themen in einer spielerischen Weise aufzuarbeiten. Diese Notwendigkeit muss erkannt werden und eine detaillierte Auseinandersetzung mit zukunftsorientierten Medien sollte beginnen. Mit den heute zur Verfügung stehenden Technologien ist es möglich, unbelebte analoge Museumsobjekte in belebte (digitale) „Wirklichkeiten“ zu transformieren (siehe ab Kapitel 3).

Dieser Aspekt der zeitgemäßen musealen Aufgabe der Präsentation und Vermittlung stellt den Kernpunkt meiner Arbeit dar.

---

<sup>21</sup> „Museen, Arbeitsgruppe Standards für Museen“. Kassel/Berlin : Deutscher Museumsbund e.V. / ICOM-Deutschland, 2006, S. 20

## Zusammenfassung:

Die beschriebenen Transformationen, die neue digitale Technologien mit sich bringen, bergen große Möglichkeiten für die Museumsarbeit. Viele Arbeitserleichterungen können etabliert werden und neue Ansätze der musealen Arbeit entstehen. Ein viel offeneres Museumswesen, welches international kollaboriert, wird sich entwickeln um gemeinsam die musealen Kernaufgaben aus der analogen in die digitale Welt fortsetzen. Doch auch die Herausforderungen bzgl. des Umganges, der Umsetzbarkeit und auch der eigenen Haltung gegenüber den neuen Technologien sind präsent.

### 2.3. Die heutigen Herausforderungen und Trends der Museumsarbeit

Im folgenden Abschnitt betrachte ich die aktuellen Gesellschaftstrends im Hinblick auf die Museumsarbeit. Die musealen Kernaufgaben bedürfen einer steten Überprüfung, ob sie den zeitgemäßen Entwicklungen adäquat angepasst sind. Gesellschaftliche Veränderungen sollten sich widerspiegeln und in der Ausübung der musealen Kernaufgaben Berücksichtigung finden. Mit dieser Thematik hat sich bereits der „Horizon Report<sup>22</sup> – 2016 Museums Edition“ (30) ausführlich beschäftigt und ich beschreibe einige der Kernthesen.

#### Mobile Devices

Die Integration sowie Interaktion mit mobilen Devices bei der Museumsarbeit zu berücksichtigen, sieht das Team des „Horizon Reports“ als entscheidende Aufgabe der Institutionen. Dies beinhaltet Basis Einstellungen wie responsive Design Elemente auf den Online-Seiten, um eine benutzerfreundliche Nutzung der Inhalte von verschiedenen Geräten aus zu ermöglichen. Analysen des Surfverhaltens auf der Museum Homepage zur Optimierung der Seite sollten ebenfalls berücksichtigt werden. Es wird auch deutlich empfohlen, das Mobile der Besucher direkt einzusetzen, bspw. als Guide, zur Übermittlung von Informationen oder als Game-Element. Prinzipiell empfiehlt das Projekt-Team, alle Potenziale mobiler Devices auszunutzen.

---

<sup>22</sup> Basierend auf dem Horizon Project - eine Initiative des New Media Consortium, welches Trends von Technologien im Bildungsbereich untersucht, hat hier mit Unterstützung der Balboa Park Online Collaborative gearbeitet

## Personalisierung

Der Horizon Report erwartet zukünftig auch im Museumsumfeld eine verstärkte Personalisierung der angebotenen Themen und Inhalte. Wie wir es bereits von Amazon, YouTube, Google und Facebook kennen, werden Recommendation Systems<sup>23</sup> auch im Bildungs- und Pädagogikbereich Einzug halten.

Dies wird sich neben der individuell angepassten Präsentation der Inhalte auch über persönliche Ansprache im Social Media Bereich o.ä. äußern. Die Analyse der digital gesammelten Daten (bspw. anhand der Homepage Besucher sowie gesammelte Informationen innerhalb der Museumsräume), wird die traditionell geführten Besucherstatistiken ersetzen und Effizienzen schaffen. Anhand der detaillierteren und personenbezogenen Informationen werden Museen mehr über ihre Besucher erfahren. Dies führt wiederum zu einem besseren Verständnis bezüglich der Interessen und Bedürfnisse des Publikums. Basierend darauf können Angebote, Informationen und sogar ganze Ausstellungen abgestimmt werden.

## Kollaboratives Arbeiten

Des Weiteren sieht der „Horizon Report“ eine Zunahme der Museen übergreifenden Kooperationen. Durch ein kollektives Handeln der Museen können gemeinsame Entwicklungen angestrebt, Erfahrungen und Ziele beim Einsatz neuer Technologien geteilt und effiziente Bündelungen von Ressourcen umgesetzt werden. Die heutige vernetzte Welt, ermöglicht den Museen sich über internationale Grenzen hinweg zu vereinen und auf einen gemeinschaftlichen Wissenstransfer hinzuarbeiten.

## Vom Kurator zum Vermittler

Entscheidend für die Entwicklung der Museumsarbeit ist lt. Report die veränderte gesellschaftliche Rolle. Ursprünglich fungierten Museen eher als Sammler und Verwalter von kulturellen „Schätzen“, die dem Besucher ausgewählte Exponate zur Schau stellten. Doch der Zugang zu Bildungsmaterialien aller Art war noch nie so offen und einfach wie heute, und dieser Trend wird weiter zunehmen. Das Modell des Museumskurators, der die Bedeutung eines Objektes für ein passives Publikum interpretiert, ist nicht mehr relevant. Als Folge davon wird sich die Rolle der Museumsfachleute ändern, hin zu einem fachlichen Unterstützer bei der Interpretation und Einordnung der Werke.

---

<sup>23</sup> Ein Empfehlungsdienst (englisch *Recommender System*) ist ein Softwaresystem, welches das Ziel hat, eine Vorhersage zu treffen, die quantifiziert, wie stark das Interesse eines Benutzers an einem Objekt ist, um dem Benutzer genau die Objekte aus der Menge aller vorhandenen Objekte zu empfehlen, für die er sich wahrscheinlich am meisten interessiert. Ein Empfehlungsdienst soll dadurch zur Bewältigung der Informationsüberflutung beitragen, indem es dem Benutzer aus einer unübersichtlichen Menge an Objekten eine Teilmenge empfiehlt (siehe: <https://de.wikipedia.org/wiki/Empfehlungsdienst>, am 12.01.2019)

Auch wird der Wunsch der Besucher nach individuellen und persönlich gestalteten Museums-erlebnissen größer werden. Die Beteiligung der Gemeinschaft an der Programmgestaltung von Ausstellungen wird wachsen, es wird eine breitere Öffentlichkeit und mit ihr mehrere Perspektiven und Meinungen geben.

Viele der durch den „Horizon Report“ benannten Themen sind ebenso in den wirtschaftlichen- und gesellschaftlichen Entwicklungen wiederzufinden. Gerade daher ist es umso wichtiger, im musealen Umfeld eine Zukunft gerichtete, an den Bevölkerungsgewohnheiten orientierte, Transformation zu gestalten.

## 2.4. Fazit:

Museen verhielten sich in der Vergangenheit sehr zurückhaltend gegenüber digitalem Fortschritt. Dies ist zum Teil in der tief verankerten Einstellung begründet, die Dinge zu bewahren.

*„Museen, der Begriff Museal wird oft synonym verwendet mit verstaubt, antiquiert“* so begann Dr. Bernhard Maaz, am 06.10.2017, seine Eröffnungsrede zur Konferenz „Museen im digitalen Raum. Chancen und Herausforderungen“ in München (32). Damit sprach er aus, was viele über die Museumslandschaft denken. Schon das Thema der Konferenz und die rege Teilnehmerzahl zeugten von dem großen Interesse an der von Dr. Maaz formulierten Frage: *„Wie können Museen an der digitalen Entwicklung [...] so teilnehmen, dass wir nicht hinterherlaufen, sondern an der Spitze [...] gehen?“* (32) Was die Konferenz klar zum Ausdruck brachte, sind die vielen Facetten, welche beim Digitalisierungs-Prozess Berücksichtigung finden müssen. Doch auch das große Engagement vieler kulturell Verantwortlicher für ein modernes Museumswesen war deutlich erkennbar.

Der baden-württembergische Leitfaden für Museen beschreibt zu diesem Aspekt folgendes:

*„Nichts Geringeres als die sichere Bewahrung des Kulturguts und die zukünftige Relevanz der musealen Einrichtungen hängt vom bewussten Umgang mit diesem Thema (der digitalen Transformation) ab.“*<sup>24</sup> (33)

Mit der digitalen Entwicklung zur Bewältigung der musealen Aufgabenfelder bieten sich neue und innovative Aspekte.

---

<sup>24</sup> Petra Newrly, Heike Kramer. *Open Up! Museum. Wie sich Museen der neuen digitalen Herausforderungen stellen - Ein Leitfaden aus Baden-Württemberg.* Stuttgart : MFG Innovationsagentur Medien- und Kreativwerkstatt Baden-Württemberg, 2016. [http://www.kultur-oeffnet-welten.de/media/material-downloads/opm\\_inn\\_web\\_fin1108.pdf](http://www.kultur-oeffnet-welten.de/media/material-downloads/opm_inn_web_fin1108.pdf), S. 5

Gleiche Narrationen können mit dem Einsatz moderner Technologien andersartig erzählt werden. Neue Besuchersegmente werden angesprochen sowie Zeiten und Orte geschaffen, die so vielleicht gar nicht mehr existieren. Mit lebendigen, vielfältigen und dynamischen Vermittlungsansätzen können die Kulturbetriebe im steten Wettbewerb zu alternativen Freizeitangeboten mithalten.

Die konkurrierenden Freizeitaktivitäten sind meist durch Unterhaltung und Entertainment geprägt. Neue Wissens- und Erlebnisräume könnten geschaffen werden, die neben dem reinen Vermitteln und Ausstellen, auch emotionale Dimensionen wie Freude und Spaß ansprechen.

Viele museale Arbeitsabläufe wären einfacher, effizienter und nachhaltiger gestaltet. Sei es die Möglichkeit einer tagesaktuellen Besucherstatistik, der schnelle Zugriff auf alle archivierten Museumsgüter aus einer Datenbank oder die kollaborative Zusammenarbeit von Museen weltweit.

Natürlich kann die digitale Transformation der Museumshäuser nicht von heute auf morgen stattfinden. Die nötigen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen sind vielschichtig. Meist liegt eine geringe finanzielle Ausstattung, niedrige personelle Ressourcen, mangelndes Knowhow für die Etablierung digitaler Medien oder fehlendes Engagement vor, um nur einige Hindernisse zu nennen.

Doch neben dem zwingenden Einsatz neuer Technologien durch Museen und Aussteller, hat ein weiterer Fakt großen Einfluss auf die zukünftige Arbeit unserer Forschungs- und Bildungsinstitutionen. In einer Welt, in der Informationen im Überfluss zur Verfügung stehen und diese jederzeit und überall abrufbar sind, wird es umso wichtiger sein, diese professionell zu bewerten, fachgerecht einzuordnen und die richtigen Zusammenhänge herzustellen. Auch der Horizon Report bewertet diese Thematik als existenziell für die zukünftige Museumsarbeit.

Die zukünftigen Herausforderungen und Chancen, die die Arbeit und Ausrichtung der Museen und Ausstellungshäuser beeinflussen werden, ist ein sehr weites Themengebiet. In diesem Kapitel konnte ich lediglich einige Sachverhalte anschnitten.

In meiner weiteren Ausarbeitung werde ich mich nun auf den Arbeitsbereich des „Ausstellen und Vermitteln“ (Punkt 4, der Standards für Museen) fokussieren.

Verknüpft mit einer an den Gesellschaftsgewohnheiten orientierten Wissensvermittlung, sehe ich diesen Aspekt als eine der wichtigsten zukünftigen musealen Aufgaben.

Wie können moderne Narrationen mit zeitgemäßen Vermittlungsstrategien aufgebaut sein? Welche positiven Beispiele der technischen sowie digitalen Umsetzungen gibt es international bereits? Wie kann meine Empfehlung einer musealen Mixed Reality Narration aussehen?

Dies beschreibe ich detailliert in den folgenden Kapiteln.



### 3. Digital-museale Narrationen basierend auf Mixed Reality Elementen

#### 3.1. Einleitung

*„In einem weiten Verständnis sind Museen narrative Medien, weil sie eine Geschichte erzählen.“<sup>25</sup>*

(34) Diese Narrationen ermöglichen, Zusammenhänge, Abhängigkeiten und gegenseitige Einflüsse zwischen den Exponaten entstehen zu lassen. Sie geben den Besuchern somit eine Orientierungshilfe bei der kontextuellen Zuordnung der ausgestellten Stücke. Dabei erstellt der Kurator mit Hilfe von Informationstafeln, Abbildungen, Raum- und Lichtarchitektur, Filmbeiträgen o.ä. einen Ausstellungskontext, der durch den Besucher (mehr oder wenig) passiv akzeptiert und gefolgt wird. Nun aber können die musealen Welten und Präsentationsformen der Exponate durch digitale Technologien erweitert werden. Dies könnten virtuelle, interaktive Lern- und Erlebnisräume sein, die uns noch umfassendere Geschichten erzählen und so den Umgang mit schwierigen bzw. weniger attraktiven Inhalten weiter erleichtern. (35)

Mit diesen innovativen Ansätzen, die sich an den Bedürfnissen der Besucher orientieren, können Hürden des Verständnisses und Interesses überwunden werden. Mit dem Einsatz moderner Mixed Reality Techniken, erweitern sich die Möglichkeiten der musealen Narration-Struktur.

Waren bisher Linearität (zeitliche Abfolge), Kohärenz (sachliche Zusammenhänge) oder Kausalität (Ursache-Wirkungsdimensionen) die üblichen Darstellungs- und Erzählarten, sind nun weitere Erzähl-Anordnungen möglich. (34)

Narrationen können zukünftig auf folgenden Aspekten aufgebaut werden:

- Eine Zusammenstellung von Exponaten basierend auf persönlichen Besucher-Interessen.
- Museumspfade die Objekte und Werke stets unter neuen thematischen Perspektiven arrangieren und damit auch Abwechslung schaffen.
- Visuelle Darstellungen von großen Datenmengen und Zusammenhängen, die sich bisher nur Fachleuten erschließen konnten.
- Immersive Erlebnisse, die den Besucher in „andere Welten“ versetzen und sogar museale Erlebnisse, ohne vor Ort zu sein, können Realität werden.

---

<sup>25</sup> **Alexandra Strohmaier** (Hg.), *Kultur-Wissen-Narration, Perspektiven transdisziplinärer Erzählforschung für die Kulturwissenschaften*. Bielefeld : transcript Verlag, 2013. ISBN 978 3 8376 1650 7, S. 479

Wie Frau Dr. Schmidt des Hamburger „Museum für Kunst und Gewerbe“ passend beschreibt: *„Ein Museum spiegelt die Gesellschaft wider und diese ist heute digital. Es ist also ganz natürlich, [...] sich an den digitalen Möglichkeiten, Wegen und Mitteln zu orientieren.“*<sup>26</sup> (36)

Diese Gesellschaftsgewohnheiten habe ich im vorangegangenen 1. Kapitel dieser Arbeit ausführlich beschrieben. Dabei habe ich folgende Erkenntnisse formuliert:

- In unserer Gesellschaft hat sich eine digitale Omnipräsenz und alltägliche Routine mit Smart-Devices etabliert.
- Ein permanenter und mobiler Zugang zum Weltwissen ist ein grundlegender Standard.
- Die Verfügbarkeit von Geräte-Komponenten, die sich auf sehr hohem technischem Niveau befinden, sind für die breite Allgemeinheit zugänglich.
- Die Erwartungshaltung der User besteht aus dem Wunsch nach individuell zugeschnittenen Informationen und der Forderung nach aktiver Teilnahme.

Diese Entwicklungen müssen sich nun in den Arbeits- und Präsentationsweisen musealer Einrichtungen wiederfinden. Denn gemäß den selbst auferlegten Standards des deutschen Museumsbundes (siehe Kapitel 2.2.) obliegen die Kunst- und Kultureinrichtungen dem Leitsatz *„Museen reagieren auf die sich wandelnden Sozialstrukturen und Lebensgewohnheiten der Gesellschaft ebenso wie auf die Entwicklung der Informationstechnik.“*<sup>27</sup> (29)

Wenn diese kulturellen Institutionen weiterhin ihren originären Aufgaben entsprechen wollen, in einer sich wandelnden Gesellschaft, so müssen zeitgemäße Methoden und Darstellungsformen entwickelt werden.

Bei der Einführung neuester Präsentationsstrukturen sollte zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Umsetzungsvariationen unterschieden werden. Bereits etablierte Museums-Apps, die weit verbreiteten Audio-Guides und zeitgemäß aufgebaute Museums- und Ausstellungs- Homepages, stellen Ansätze moderner Präsentationformen dar, die kurzfristig umsetzbar sind.

Bei der mittelfristigen Betrachtung wird die Etablierung von Mixed Reality Elementen eine große Rolle spielen. Hierbei stellt der Erhalt des „Alten“ bei der Einführung des digital „Neuen“ eine Herausforderung und gleichzeitig Chance dar. Denn gerade darin liegt die Stärke des Mixed Reality Einsatzes. Dieser ermöglicht die Ergänzung von authentisch, haptisch erlebbaren Exponaten um eine digitale Wissenserweiterung. Die Aura eines Ausstellungsstückes bleibt somit erhalten, kann aber

---

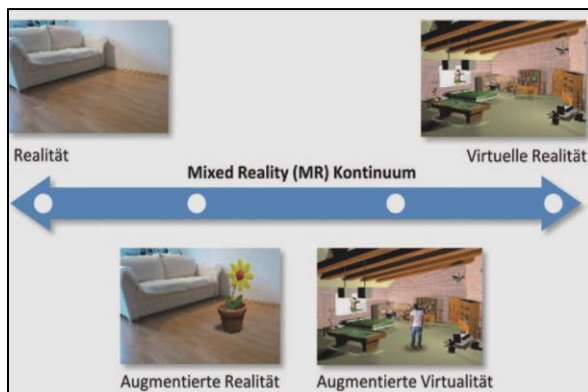
<sup>26</sup> *Ilona Bobb, Nils Oeynhausens. Hamburg Media School. Interview Museum für Kunst und Gewerbe Hamburg - Dr. Antje Schmidt. [Online] [Zitat vom: 14. 12 2017.] <http://eculture.hamburgmediaschool.com/interview-15.html>.*

<sup>27</sup> *„Museen, Arbeitsgruppe Standards für Museen“. Kassel/Berlin : Deutscher Museumsbund e.V. / ICOM-Deutschland, 2006, S. 20*

durch ergänzende Informationen, zusätzlichen Vermittlungsstrategien oder durch Interaktions-Aspekte ergänzt werden.

Unter Mixed Reality wird verstanden: „*das reale und virtuelle Inhalte miteinander vermischt werden.*“

<sup>28</sup> (37). Paul Milgram et al. (38) hat in seiner, allgemein anerkannten Definition, die Mixed Reality als ein Kontinuum zwischen der Realität und der Virtualität verortet. Dabei ist der steigende oder fallende Anteil der Realität ausschlaggebend – überwiegt die Realität, spricht Milgram et al. von Augmented Reality, ist der Anteil der Virtualität höher, von Virtueller Realität.



**Abbildung 4: Mixed Reality Taxonomie**

Nach Milgram et al. / R. Dörner (37)

Die Ergänzung der Realität um virtuelle Zusätze wird im ersten Schritt als Augmented Reality bezeichnet. Diese Präsentationsform kann nach meiner Einschätzung kurz- bis mittelfristig in der musealen Arbeit des „Ausstellen und Vermittelns“ realisiert werden. Die logische Weiterführung und Anreicherung der Realität um weitere virtuelle Aspekte bis hin zu allumfassender immersiver virtueller Realität, wird meines Erachtens erst mittel- bis langfristig als relevante Präsentationsform etabliert werden können. Ursache hierfür sind größere Herausforderungen bei der Implementierung dieser Technologie, die ich in Kapitel 4.2. näher erläutern werde.

---

<sup>28</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Grimm, Bernhard Jung.** *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 246

## 3.2. Zu berücksichtigende Aspekte einer zeitgemäßen musealen Präsentation

### Einleitung

Wie im Horizon Report beschrieben (siehe Kapitel 2.3.), sollte eine kollaborative Arbeitsweise zwischen den Museen angestrebt werden. Ein (internationaler) Austausch zwischen den Institutionen könnte die museale Entwicklungsgeschwindigkeit voraussichtlich steigern. Denn die gesammelten Erfahrungen (positiv oder negativ) anderer Einrichtungen würden helfen, ähnliche Vorgänge zu fördern bzw. zu vermeiden. Auch kann eine partnerschaftliche Zusammenarbeit die Etablierung bereits erfolgreicher Konzepte unterstützen. Besonders bei Innovationen ist es ineffizient, wenn jedes Museum isoliert für sich arbeitet und nicht von den Erfahrungen anderer profitiert.

Aufgrund dessen habe ich internationale Mixed Reality Installationen zusammengestellt, um Inspiration für eine eigene „Empfehlung“ zu erhalten. Dabei ist mir bereits im Vorfeld bewusst, dass nicht jede Technologie in jedem Umfeld realisierbar ist. Auch hängt es stark von den Themengebieten und Exponaten ab, ob und wie stark Mixed Reality Elemente eingesetzt werden sollten.

Bei der weltweiten Recherche dieser Praxisbeispiele ist mir das Zusammenwirken von fünf Aspekten besonders aufgefallen. Diese fünf Faktoren spiegeln meines Erachtens einen zeitgemäßen, nachhaltigen und benutzermotivierenden musealen Präsentations-Aufbau wider.

Sie stehen für das aktuelle gesellschaftliche Medienverständnis sowie den routinierten Umgang mit neuester Technologie. Auch wenn die jeweiligen Schwerpunkte innerhalb der Installationen unterschiedlich ausgeprägt sind, finden alle der fünf Faktoren in den folgenden Beispielen Anwendung.

Diese fünf Faktoren sind:

- Edutainment
- Interaktion
- Visualisierung
- Benutzerspezifik
- Intuitiv

Das Zusammenspiel dieser Attribute für eine positive Interaktion und Motivation ist auch Daniel Klinkhammer und Harald Reiterer aufgefallen. In ihrem Fachaufsatz über „Blended Museum“, empfehlen sie den Einsatz von Kommunikationstechnologien zur Motivationsförderung innerhalb des musealen Vermittlungsprozesses, geben aber auch zu Bedenken, „weichere“ Qualitätsaspekte zu

berücksichtigen: „Dabei ist ein ganzheitlicher Ansatz bei der Entwicklung interaktiver Produkte zu verstehen, welcher nicht nur klassische Aspekte des Usability Engineerings, wie hohe Gebrauchstauglichkeit, umfasst, sondern auch versucht, weniger formale Aspekte wie Spaß, hedonische Qualitäten oder Ästhetik zu berücksichtigen.“<sup>29</sup> (31)

Den positiven Einfluss der genannten Faktoren auf den musealen Vermittlungsprozess, erläutere ich im folgenden Abschnitt näher.

## Die Aspekte einer zeitgemäßen musealen Präsentation im Einzelnen

### 1. Edutainment

Der Mensch spielt gerne, zum Beispiel Computerspiele, Brettspiele oder Gesellschaftsspiele (Berne, 1970). Mit einer Kombination aus Education und Entertainment ergibt sich die „*Spielerische Vermittlung von Wissen bei gleichzeitigem großen Unterhaltungswert.*“<sup>30</sup>, das sogenannte Edutainment. (39)

Damit können schwierige, komplexe oder auch wenig attraktive Informationen mit spielerischen Ansätzen vermittelt, einfacher gelehrt und gelernt werden. Ganz ähnlich wie die verwandte „*Gamification, die die Übertragung von spieltypischen Elementen und Vorgängen in spielfremde Zusammenhänge beschreibt. Das Ziel hierbei ist es, eine Verhaltensänderung und Motivationssteigerung bei Anwenderinnen und Anwendern zu erreichen.*“<sup>31</sup> (40)

Spielelemente können ganz unterschiedlich in das Museumsumfeld integriert werden. Bisher sind es hauptsächlich analoge Elemente, die nun durch digitale Komponenten erweitert werden. Dabei variiert der Spielaufbau erheblich, es gibt bspw. Narration basierte Spiele, die sich an einem gemeinsamen Thema bzw. einer Leitgeschichte orientieren. Aber es gibt auch Spiele, die objektbasiert angeboten werden und „[...] *größere Freiräume eröffnen, um die Grenzen zwischen virtuellen und analogen Welten zu erforschen.*“<sup>32</sup> (41)

---

<sup>29</sup> Daniel Klinkhammer, Harald Reiterer. *Blended Museum*. [Buchverf.] Maximilian Eibl. [Hrsg.] Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) Martin Gaedke. *Informatik 2017*. Chemnitz : s.n., 2017, S. 555

<sup>30</sup> Prof. Dr. Franz-Rudolf Esch, Prof. Dr. Thomas Bartscher. *Gabler Wirtschaftslexikon. Edutainment*. [Online] [Zitat vom: 19. 12 2017.] <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/85285/edutainment-v7.html>.

<sup>31</sup> Philipsen, Quirine. *The Game-Universe for Non-Gamer / Das 21. Jahrhundert voller Spielkinder*. [Online] 19. 02 2016. [Zitat vom: 19. 12 2017.] <https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master-nm-2016-sem/philipsen/bericht.pdf>

<sup>32</sup> Valjent, Alina. *Pausanio. Darf das Museum Spaß machen? Oder: Was Gamification für Kulturinstitutionen spannend macht*. [Online] 05. 04 2017. [Zitat vom: 19. 12 2017.]

## 2. Interaktion

Die aktuellen medialen Gewohnheiten beruhen auf einem hohen Maß an aktiver Teilhabe und personell zugeschnittenen Angeboten. Kaum ein Nutzer möchte sich mehr auf eine passive Rolle beschränken lassen, wie es einst das klassische Kommunikationsmodell (von Claude E. Shannon und Warren Weaver) über Sender und Empfänger beschrieb. Heute wird erwartet, aktiv in das Geschehen eingreifen zu können und jederzeit die Möglichkeit zu haben, die Rolle des Senders einzunehmen. Interaktion stellt dabei eine Verbindung zwischen Exponat und Besucher her. Der Besucher setzt sich aktiv mit einem Objekt auseinander und kann dabei eigene Erfahrungen und Eindrücke sammeln. Dabei wird die Akzeptanz einer Thematik gesteigert und sogar die Erinnerung positiv beeinflusst. Dies belegt eine aktuelle Studie, die Akzeptanz und Erinnerung von digitalen Werbemitteln in Abhängigkeit der Interaktionsmöglichkeiten untersuchte und bestätigt: Interaktion führt zu intensiverer Auseinandersetzung und damit auch zu einer gesteigerten Erinnerung<sup>33</sup> (42).

## 3. Visualisierung / Datenvisualisierung

*„Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“* – oft fällt es uns schwer, Zahlen und Daten in ihrer Reinform zu interpretieren. Wenn die Informationen jedoch visuell verständlich aufbereitet sind, kann unser Gehirn diese besser verarbeiten und wirklichkeitsnah interpretieren. Wie Stephen Few in seinem Aufsatz über die Datenvisualisierung für das menschliche Auffassungsvermögen beschreibt, ist *„die Datenvisualisierung die grafische Darstellung abstrakter Informationen für zwei Zwecke: Sinngebung (auch Datenanalyse genannt) und Kommunikation. Wichtige Geschichten leben in unseren Daten und die Datenvisualisierung ist ein mächtiges Mittel, um diese Geschichten zu entdecken und zu verstehen. [...] Es sind abstrakte Informationen, die nicht physisch sind.“* Er beschreibt die Datenvisualisierung als eine Übersetzung von abstrakten Informationen in das physische Attribut des Sehens. Denn durch diese visuelle Übersetzung, *„welches unser Auge erkennt und unser Gehirn versteht [...] können Informationen einfach, effizient, präzise und aussagekräftig dekodiert werden.“*<sup>34</sup> (43) Auch museale Inhalte können von abstrakter Form sein, wie Zeitverläufe, Statistiken, Beziehungsverflechtungen oder politische Entwicklungen.

---

<http://pausanio.com/darf-das-museum-spass-machen-oder-was-gamification-fuer-kulturinstitutionen-spannend-macht/>

<sup>33</sup> Aufgrund des Einsatzes von Werbemitteln, mit den interagiert werden konnte, wurde die Engagement Rate um 260% gesteigert (vs. einer nicht interaktiven Werbeausspielung)

<sup>34</sup> **Few, Stephen.** *Data Visualization for Human Perception (Kapitel 35).* [Buchverf.] Rikke Friis Dam Mads Soegaard. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. s.l. : The Interaction Design Foundation , ISBN 978879296.*

Um dem Besucher bei Verständnis und Interpretation von präsentierten Fakten zu unterstützen, ist ein vermehrter Einsatz von intelligenten Visualisierungen wünschenswert.

#### 4. Benutzerspezifik

Museumsbesucher sind sehr heterogen. Aufgrund unterschiedlichen Vorwissens, Erfahrungen und diversen Interessen unterscheidet sich die Auseinandersetzung mit den Exponaten erheblich. Es ist wichtig, den Besucher an seinem persönlichen Kenntnisstand „abzuholen“ um somit eine individuelle Wissensvermittlung anzustreben. Durch den Einsatz intelligenter Technologien „können den Besuchern auf unterschiedlichen Ebenen inhaltliche Anknüpfungspunkte an ihre vorhandenen Wissensstrukturen angeboten werden.“<sup>35</sup> (44) Durch individualisierte Nutzung der Technologien können dem Besucher unterschiedliche Informationsangebote gemacht werden.

Denn der Museumsbesucher wird sich nur mit etwas näher auseinandersetzen, wenn es seinem Wissensniveau entspricht und er es versteht.

#### 5. Intuitiv

Bei der intuitiven Nutzung von möglichen musealen Angeboten „ist gemeint, dass Benutzer möglichst direkt ihre Ziele in Bedienhandlungen überführen können, dass sie die Werkzeuge „unter Kontrolle haben“ und die Effekte ihrer Handlungen möglichst gut vorhersehen können.“<sup>36</sup>. So beschreiben Preim und Dachsel die gewünschte intuitive Interaktion. (45)

Durch den intuitiven Umgang mit musealen Angeboten wird eine bereitwillige Auseinandersetzung mit Themen und Objekten angestrebt, um ein breiteres Interesse und tieferes Verständnis bei den Besuchern zu erreichen. Mögliche technische Barrieren und Hemmungen bei der Nutzung werden minimiert und der Besucher kann sich ganz auf die thematischen Inhalte fokussieren.

Wie beschrieben, trägt jeder einzelne der genannten Faktoren zu einer erfolgreichen musealen Präsentation bei. Kollaborativ können diese fünf Aspekte ein interaktives Zusammenspiel zwischen virtuellen Welten und realen Besuchern ermöglichen. Dadurch können nachhaltige Erlebnisse geschaffen und der museale Vermittlungsprozess gefördert werden.

---

<sup>35</sup> **Klinkhammer, Daniel.** Informations- und Kommunikationstechnologien in Museen. Seminararbeit "Blended Museum". [Online] Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft, Universität Konstanz. [Zitat vom: 23. 01 2018.] [http://hci.uni-konstanz.de/downloads/BM/Seminararbeit\\_STAR\\_IKT\\_Klinkhammer.pdf](http://hci.uni-konstanz.de/downloads/BM/Seminararbeit_STAR_IKT_Klinkhammer.pdf), S. 9

<sup>36</sup> **Bernhard Preim, Raimund Dachsel.** Interaktive Systeme, Band 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces. s.l. : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-45246-8, S. 339

### 3.3. Zeitgemäße museale Mixed Reality Präsentationen anhand internationaler Praxisbeispiele

Es gibt bereits eine Vielzahl internationaler Umsetzungen, die mit der Unterstützung neuester Technologien moderne museale Narrationen ermöglichen. Im folgenden Kapitel werde ich einige dieser Beispiele näher vorstellen. Dabei zeigt sich, welches Potenzial es bei der musealen Kommunikation noch auszuschöpfen gilt und wie grundlegend sich diese zukünftig erweitern und verändern wird. In allen folgenden Konzepten gehe ich ebenfalls auf die bereits beschriebenen fünf positiven Präsentations-Faktoren ein, um den notwendigen Einsatz dieser Aspekte zu bekräftigen.

#### 3.3.1. Connected World in der New York Hall of Science

##### Inhalt:

Die „Connected World“ in der Hall of Science (46), stellt sechs interaktive Ökosysteme dar, die auf einer ca. 280m<sup>2</sup> Installation zum Leben erweckt werden. Über den interaktiven Boden kann mit Hilfe von Baumstämmen Wasser vom Wasserfall an selbst bestimmte Orte geleitet werden. Eigens gepflanzte virtuelle Samen können gedeihen und blühen, Bäume wachsen und ganze Ökosysteme entstehen. Phantasiegeschöpfe erscheinen, basierend auf der Art der Vegetation und der Gesundheit der Flora und Fauna. Wenn sich in mehreren Ökosystemen gesunde Pflanzen und Lebewesen entwickelt haben, wandern sie zwischen den Welten hin und her und verursachen interessante, anschauliche Kettenreaktionen.



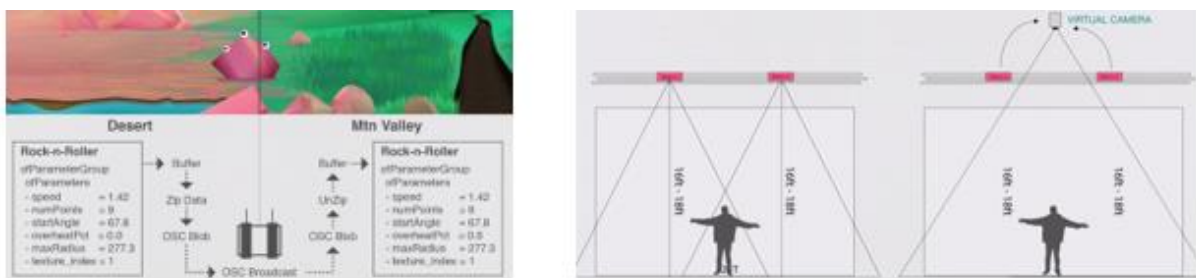
**Abbildung 5: Connected Worlds - Interactive Installation**

Design I/O Homepage: <http://www.design-io.com/projects/ConnectedWorlds/>



### Aufbau<sup>37</sup>:

- Acht Mac Pros dienen zur Kontrolle der verschiedenen Ein- und Ausgabegeräte. Diese sind den einzelnen Abschnitten bzw. Lebenswelten auf der digitalen Leinwand zugeordnet. Die Kommunikation zwischen den diversen Geräten erfolgt via OSC Protokoll. Auf diesem Wege konnte bspw. die computergestützte Steuerung des „Rock’n Rollers“ von einem Kontrollgerät (zuständig für den Bereich „Wüste“) auf das für den „Mountain Valley“ Bereich zuständige Kontrollgerät übergehen.
- Um ein wirkungsvolles Tracking der Wasserläufe zu ermöglichen, werden (für Kameras) gut wahrnehmbare Baumstämme zur „Wasserleitung“ eingesetzt, welche mit besonders hoch reflektierendem Material ummantelt sind. (Grundlage ist das Markenbasierte Tracking-Verfahren, siehe Kapitel 4.1.3.)
- Mehrere Kinect-Kameras kommen zum Einsatz, um Bewegungen und Eingaben der Besucher innerhalb des Raumes zu tracken. Da die Interaktion innerhalb des gesamten Raumes für die Besucher möglich ist, werden der nahtlose Übergang des Trackings durch die Koppelung von je zwei Kameras zu einem gemeinsamem Multi-Perspective Bild realisiert.



**Abbildung 6: Connected Worlds - Behind The Scenes**  
Design I/O, <https://vimeo.com/131665883>

### Fazit:

Die „Connected World“ stellt in diesem systemorientierten Modell überaus nachvollziehbar und verständlich das Zusammenwirken vieler Komponenten innerhalb eines Ökosystems bis hin zu globalen Auswirkungen dar. Durch die intuitive und immersive Interaktion, Visualisierung und den spielerischen Elementen werden komplexe Zusammenhänge gut verständlich vermittelt.

<sup>37</sup> Die technischen Herausforderungen, vor denen das Projektteam bei der Umsetzung stand, wird unter folgendem Link detailliert beschrieben: Connected Worlds - Behind The Scenes - <https://vimeo.com/131665883>

Edutainment	Spielerischer Umgang mit dem komplizierten Thema „Ökosystem“.
Interaktion	Ausgeprägte Interaktionsmöglichkeiten, durch digitales Tracking und haptische Erfahrungen.
Visualisierung	Darstellung der komplexen Zusammenhänge und Abhängigkeiten innerhalb der Ökosysteme.
Benutzerspezifisch	Durch den individuellen Input eines jeden Besuchers, kann direkter Einfluss auf das Geschehen genommen werden.
Intuitiv	Aufgrund der reinen visuellen Interaktion ist die Installation intuitiv nutzbar.

### 3.3.2. Beyeler Foundation - „Bücher aus Licht, deren Inhalte greifbar werden“

#### Inhalt:

Während der Ausstellung zu „Paul Gauguin“ (Februar bis Juni 2015) in Basel, konnte in begleitenden interaktiven Büchern das Leben und die Werke des Künstlers erkundet werden (47). Dabei ließen Animationen die Seiten der Bücher zum Leben erwecken, Landschaften waren in Bewegung, Farben veränderten sich und Texte passten sich entsprechend an. Jeder Besucher konnte selbstständig in den Büchern blättern und sich, wenn gewünscht, zusätzliche Informationen oder Visualisierungen anzeigen lassen.



**Abbildung 7: Interaktive Bücher - Fondation Beyeler, Basel**

<https://iart.ch/de/-/paul-gauguin-in-der-fondation-beyeler-der-multimediale-vermittlungsraum-zur-ausstellung>

Aufbau:

- Die gedruckten Bildbereiche wurden durch eine oberhalb (an der Decke) angebrachte Kamera aufgenommen, erkannt und zugeordnet.
- Anhand der touch sensitive Oberfläche des Buches, konnte der Nutzer weitere multimediale Inhalte auslösen.
- Über eine Projektion wurden diese benutzerspezifisch auf der Seite ergänzt - Bilder, Texte oder Animationen.

Fazit:

Ein haptisches Erlebnis wurde multimedial ergänzt und war intuitiv nutzbar. Dadurch konnte eine spielerische und interessenbezogene Auseinandersetzung mit den Informationen über Paul Gauguin ermöglicht werden.

Edutainment	Auf spielerische Art werden Gemälde, Künstler und Hintergründe kennengelernt.
Interaktion	Die vielen multimedialen Inhalte regen zur Interaktion mit dem Buch an.
Visualisierung	Visualisierte Informationen bieten ergänzendes Zusatzwissen.
Benutzerspezifisch	Jeder Besucher erhält die von ihm abgefragten Inhalte und hat Einfluss auf die dargestellten Informationen.
Intuitiv	Die Handhabung von Büchern ist bekannt und die touch sensitive Oberfläche stellt kaum Hürden dar.

### 3.3.3. Zoorasia, Yokohama - Verschmelzung der analogen und digitalen Welt

#### Inhalt:

Der japanische Zoo (Zoorasia) möchte die Lebensräume der Tiere anhand eines vielschichtigen Angebots näher vermitteln. Um speziell Kindern diese Inhaltsvermittlung zu ermöglichen, wurde der Aufbau ganz auf ihre Vorlieben abgestimmt.



Abbildung 8: Sketch Animals Papercraft – teamLab  
[https://www.teamlab.art/w/sketch\\_animals\\_papercraft/](https://www.teamlab.art/w/sketch_animals_papercraft/)

#### Aufbau:

- Ganz den kindlichen, haptischen Bedürfnissen entsprechend, können die kleinen Zoogänger ihr Lieblingstier auf Papier nach individuellen Vorlieben ausmalen.
- Im Anschluss wird dieses eingescannt und auf einer großen interaktiven Leinwand, gemeinsam mit weiteren „Lieblingstieren“, in 3-D zu Leben erweckt.
- Durch eine touch sensitive Oberfläche können verschiedene Aktionen bei den Tieren ausgelöst werden, beispielsweise Laufen, Liegen oder Essen.
- Die gemalten Werke können auch in Papierfiguren umgewandelt werden. Nach dem Scannen wird hierzu das Motiv in einer Bastelvorlage ausgedruckt und kann mitgenommen werden.

#### Fazit:

Dieses Mixed Reality Konzept berücksichtigt die analogen, haptischen Vorlieben von Kindern und ergänzt die Installation um digitale Interaktionsmöglichkeiten. Dadurch bietet diese Installation eine außergewöhnlich starke, dem (jungen) Nutzer angepasste, dynamische Wissensvermittlung. Der Mixed Reality Einsatz fördert die Kreation und verdeutlicht Kindern die Kraft ihrer eigenen Phantasie.

Edutainment	Ein selbst gemaltes Bild wird auf einer Leinwand lebendig. Dabei wird der entsprechende Lebensraum des Tieres erkundet - spielerische Wissensvermittlung.
Interaktion	Mit dem selbstgestaltetem Lieblingstier kann auf der Leinwand interagiert werden. Und es kann als Papier-Figur erstellt werden.
Visualisierung	Die Phantasiegebilde der Kinder werden greif- und sichtbar.
Benutzerspezifisch	Die Nutzer erschaffen ihre eigenen Inhalte.
Intuitiv	Ausmalbilder und Bastelvorlagen sind jedem Kind bekannt. Das Scannen der Bilder ist problemlos.

### 3.3.4. Cleveland Museum of Art - Uneingeschränkte Interaktion

Das Cleveland Museum of Art (48) ist eines der größten und meistbesuchten Kunstmuseen der Welt. Seine permanente Sammlung umfasst über 45.000 Exponate und eine sehr positive Besonderheit, es gewährt allen Besuchern freien Eintritt. (49) Um einen Überblick in die Sammlung des Museums zu erhalten und kreativ die Kunstwerke erforschen zu können, wurde das „Studio Play 2.0“ etabliert. Hier können sich die Besucher kreativ und aktiv mit einer Vielzahl der Kunstwerke näher beschäftigen. Die interaktiven Stationen, die im „Studio Play 2.0“ des Museum of Art in Cleveland zu finden sind, beruhen auf den Prinzipien des aktiven Lernens. Als Basis des musealen Konzeptes bezieht sich Jane Alexander (Chief Information Officer) auf folgendes Zitat eines chinesischen Philosophen: *„Sag es mir und ich vergesse es. Lehre mich und ich werde mich erinnern. Beziehe mich ein und ich lerne.“* Mit dem „Studio Play 2.0“ wird jeder Besucher *„in die Freuden des Sehens und die Freude des Schaffens einbezogen“*<sup>38</sup> (50). Der Übergang zwischen Beobachtung und Interaktion ist nahezu nahtlos und mühelos. Die Touchscreen-Oberflächen, die den Zugang für Nichtleser einschränken oder technisch nicht versierte Besucher frustrieren, sind verschwunden. Stattdessen reagiert die Technologie explizit auf Benutzerbewegungen und ist für alle zugänglich.

Das „Studio Play 2.0“ besteht aus vielen verschiedenen Angeboten und Installationen. Im Folgenden werde ich einige der Mixed Reality Präsentationen näher beschreiben:

Mit **„Reveal and Zoom“** können Besucher die gesammelten malerischen Ausstellungswerke auf zwei unterschiedliche Arten erkunden. Auf einer interaktiven Videowand werden Besucher mit Hilfe innovativer Motion-Tracking-Technologie zur Interaktion angeregt.

Dies geschieht durch:

-> „Reveal“, die gesamte Komposition eines Werkes großflächig zu betrachten oder

-> „Zoom“, Details genauer anzusehen wie mit einer Lupe (Abb. 9)

---

<sup>38</sup> **Alexander, Jane.** *The Cleveland Museum of Art. Studio Play 2.0.* [Online] 09/10 2016. [Zitat vom: 18. 12 2017.] <http://www.clevelandart.org/magazine/cleveland-art-septemberoctober-2016/studio-play-2.0>



Abbildung 9 – Reveal and Zoom, Design I/O, <http://design-io.com/projects/StudioPlay/>

#### Aufbau:

- Auf einer 4k Video-Leinwand wird ein überlebensgroßes Bild zunächst verschwommen dargestellt. Durch die Arm-Bewegung der Besucher ändert sich die Darstellung des Gemäldes.
- Basierend auf Gesten-Tracking (Kinect Tiefenkamera), werden die Veränderungen auf der Leinwand erzeugt.
- Schwungvolle Gesten erzielen eher subtile Veränderungen im Bild.
- Kleinere, fokussierte Bewegungen lassen feinere Details sichtbar werden. (vgl. (51))

Im Mittelpunkt dieses Interaktion Angebotes steht die persönliche und sehr detaillierte Auseinandersetzung mit den ausgestellten Kunstwerken. Beispielsweise ermöglicht **Paint Play** dem Besucher durch eigene Gesten-Interaktion ein malerisches Kunstwerk zu schaffen.



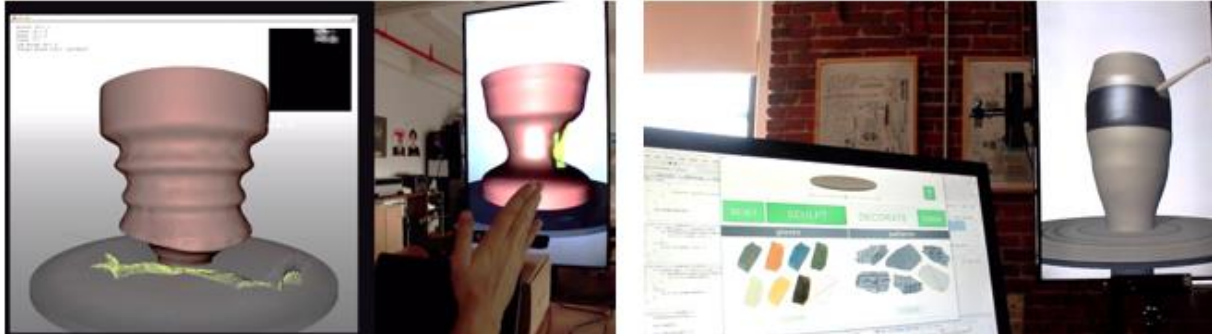
Abbildung 10 – Paint Play, Design I/O, <http://designio.com/projects/StudioPlay/>

#### Aufbau:

- Auf einer 65 Zoll großen digitalen Leinwand entsteht durch Motion-Tracking-Technologie ein "Gemälde".
- Verschiedene Arm- und Handbewegungen ergeben unterschiedliche Farbstriche.
- Wie bei der Verwendung von Pinsel und Farbe ergeben weite Gesten einen breiteren Farbspritzer, während kleinere Gesten Bereiche mit konzentrierter Farbe erzeugen.

Mit diesem Angebot des „Studio Play 2.0“ kann vom Besucher selbst ein Werk erschaffen werden. Durch Einsatz modernster Technologien sind der Phantasie und Kreativität keine Grenzen gesetzt.

Mit dem **Pottery Maker** kann jeder Besucher sein eigenes (digitales) Töpferwerk kreieren.



**Abbildung 11 – Pottery Maker,**

Design I/O, <https://vimeo.com/203194630>

#### Aufbau:

- Eine interaktive, digitale Töpferscheibe mit rotierendem Tonblock wird hier anhand von Handgesten in Form gebracht.
- Basierend auf der Kinect 3D-Kamera Technologie kann auf diese Weise die Arbeit eines Töpfers nachempfunden werden.
- Per Touchscreen können ergänzende dekorative Details wie unterschiedliche Farben und individuelle Muster eingefügt werden.
- Anschließend kann das eigene Exponat auf der „Gallery Collection“ Seite des Museums hochgeladen und so Teil einer Community-basierten virtuellen Ausstellung werden.

Wie fragil zu bearbeitender Ton ist und welche handwerkliche Leistung hinter Töpferkunst steckt, kann durch den Pottery Maker nachempfunden werden - ohne den aufwendigen Aufbau eines realen Töpferstudios und Nutzungseinführung umsetzen zu müssen.

Edutainment	Es wird sich hautnah mit der Erkundung und dem Schaffen von Kunstwerken auseinandergesetzt.
Interaktion	Alle Angebote basieren auf der Aktion der Besucher.
Visualisierung	Eigene Kunstwerke werden sichtbar oder Bestehende können aus neuen Perspektiven betrachtet werden.
Benutzerspezifisch	Die Nutzer erschaffen eigene Werke oder Erkunden Vorhandene nach ihren Wünschen und Interessen.
Intuitiv	Gesten- und Touchsteuerung bieten eine sehr intuitive Handhabung.

### 3.3.5. Auf Mission mit den MicroRangers im American Museum of Natural History, New York

#### Inhalt:

Das American Museum of Natural History in New York (52), ist eines der größten Naturkundemuseen der Welt. Über 30 Millionen Exponate beherbergt das Museum und präsentiert damit die Geschichte der Menschheit (52). Um den Besuchern die Welt der Mikroorganismen näherzubringen, wurde ein App-basiertes Mobile-Spiel erstellt. Dieses wird mit einem hohen Anteil an Augmented Reality über das eigene Smartphone oder Tablet gespielt.

#### Aufbau:

- Mit einer zu sammelnden Sammlermünze wird das Spiel aktiviert. Animierte Figuren schicken den Besucher auf unterschiedliche Missionen in die verschiedenen Säle des Museums. Die Münze wird während des gesamten Spiels als fest verorteter Platz für den „Spieleleiter“ (Maker-basiertes Tracking, siehe Kapitel 4.1.3.) genutzt, welcher als eine Augmented Reality-Figur dargestellt wird (Abb. 12).
- Durch Indoor-Geolokalisierung, aber auch mit Hilfe gescannter QR-Codes wird erkannt, wo sich der Spieler befindet und die entsprechenden Aufgaben aktiviert.
- Augmented Reality-Displays an jeder Station, die über das Mobile Display sichtbar werden, geben zusätzliche Hinweise, wie jede Aufgabe gelöst werden kann.
- Abhängig vom ermittelten Spiellevel werden ergänzende Minispiele angeboten.



**Abbildung 12 – The MicroRangers game,**  
Barry Joseph, <https://www.youtube.com/watch?v=dzzfPQud0dU>

#### Fazit:

Bei diesem mobilen AR-App-Game betten sich alle spielerischen Herausforderungen in eine größere Erzählung ein. Diese klärt wiederum an den einzelnen Spielstätten über die Auswirkungen des mikrobiellen Lebens auf ganze Ökosysteme auf.



"Eine Ausstellung ist eine multimediale Umgebung" beschreibt Hélène Alonso, Direktorin für digitale Erlebnisse bei AMNH. "Manche Menschen mögen es einfach nur zu beobachten. Manche Menschen ziehen es vor, zu lesen. Und andere Menschen ziehen es vor, sich eine Geschichte wie in einem Film erzählen zu lassen."<sup>39</sup> (53) Dieses Beispiel zeigt, wie digitale Games das analoge Besuchererlebnis sinnvoll ergänzen können. Durch Engagement und spielerische Auseinandersetzung ist der Besucher involvierter, interessierter, und setzt sich mit dem Thema intensiver auseinander.

Edutainment	Auf spielerische Art wird sich mit der Welt der Mikroorganismen auseinandergesetzt.
Interaktion	Das App-Game basiert auf der Interaktion zwischen dem Spielleiter und dem Besucher, um die Lösungen der Aufgaben zu finden.
Visualisierung	Die komplizierte Welt der Mikroorganismen wird verständlich erklärt und dargestellt.
Benutzerspezifisch	Die Spielabläufe und Ergebnisse orientieren sich am Nutzer.
Intuitiv	Die App-Nutzung sowie der Umgang mit AR-Einbindungen sollten der Nutzergruppe bekannt sein.

### 3.3.6. EEZ, Aurich - Mit gesammelten Punkten zur Energiewende

#### Inhalt:

Das Energie-, Bildungs- und Erlebniszentrum Aurich vermittelt in seiner Ausstellung das Thema Energie. Das allumspannende Energie-Spiel der Ausstellung stellt das verbindende Element aller Exponate dar und veranschaulicht in vielen praxisnahen Installationen das Thema. In der gesamten Ausstellung können durch aktive Teilnahme an den Experimentier-Stationen Punkte spielerisch gesammelt werden. Ein elektronischer Digitalstift, der mit sich geführt wird, übernimmt dabei die Zählung. Eine Auswertungswand zeigt den finalen, eigenen Platz auch im Ranking im Vergleich zu anderen Besuchern. Es besteht die Möglichkeit, eine Urkunde für den persönlichen Erfolg zu erhalten.

---

<sup>39</sup> **Ferreira, Becky.** Motherboard. How Games are changing the museum experience. [Online] 01. 05 2016. [Zitat vom: 20. 12 2017.] [https://motherboard.vice.com/en\\_us/article/yp3wwj/how-games-are-changing-the-museum-experience](https://motherboard.vice.com/en_us/article/yp3wwj/how-games-are-changing-the-museum-experience).

Folgende Aktiv-Stationen mit Game-Elementen bietet die Ausstellung u.a. an:

- Multimediale Kugelbahn; hier wird Energie durch eine analoge Handkurbel gewonnen, die wiederum eine Kugel in Bewegung setzt. Beim Entlangrollen werden Informationsmonitore aktiviert, welche ergänzende Informationen zeigen.
- An einer Wasser-Wippe kann durch Betätigen Energie erzeugt werden. Der erreichten Energiegrad wird an der multimedialen Säule sichtbar angezeigt.
- Solarfahrzeuge, die durch Licht angetrieben werden, treten spielerisch gegeneinander an.
- Im Windlooping können Luftballons durch unterschiedliche Windstärken wandern und verdeutlichen so realitätsnah die direkte Wirkung von Wind.



**Abbildung 13 – Multimedialer Spieltisch, Windlooping, Elektronischer Digitalstift**  
Impuls Design, <http://impuls-design.de/projekte/energie-im-kopf/galerie/3/>

Fazit:

Durch den konsequenten Einsatz spielerischer und interaktiver Elemente wird das eher unspektakuläre Themenfeld der Energie anschaulich und verständlich den Besuchern vermittelt. Die Kombination aus analogen und digitalen Mitmach-Stationen steigert die Auseinandersetzung der Besucher mit dieser Thematik und unterstützt das Verständnis.

Edutainment	Die gesamte Ausstellung basiert auf einem spielerischen Konzept.
Interaktion	Die Interaktion wird durch einen Mix aus analogen und digitalen Teilen erzeugt.
Visualisierung	Komplexe wissenschaftliche Zusammenhänge werden verständlich und nachvollziehbar dargestellt.
Benutzerspezifisch	Der Besucher entscheidet, welche Angebote und Informationen genutzt werden.
Intuitiv	Die Mitmach-Angebote sind leicht verständlich aufgebaut und ohne Lernphase nutzbar.

### 3.3.7. „Nürnberg auf einen Blick“ – die ganze Stadtgeschichte innerhalb eines Raumes

#### Inhalt:

Das Nürnberger Stadtmuseum im Fembo-Haus stellt in nur einem Raum die acht wichtigsten Kapitel der Nürnberger Stadtgeschichte dar. Eine sehr überlegte Raumgestaltung mit historischen Originalobjekten und einem multimedialen Mix ermöglichen es, die Nürnberger Stadtgeschichte innerhalb von 110m<sup>2</sup> darzustellen.



**Abbildung 14 – Nürnberger Stadtmuseum,**  
Stefan Meyer, <http://impuls-design.de/projekte/2213/galerie/5/>

#### Aufbau:

- Ein durchdachtes Raumkonzept stellt Informationen auf wenigen Quadratmetern zur Verfügung.
- Die Besonderheit hierbei ist der Verzicht auf Informationstafeln an der Wand, dadurch wirken der Raum und die in ihm dargestellten Exponate freier in ihrer Darstellung.
- Um dem Besucher dennoch alle Geschehnisse, Exponate und Zusammenhänge erläutern zu können, wurde ein Medienguide entwickelt, der in neun Sprachen abrufbar ist und auf induktiver Hörtechnik basiert<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Eine induktive Höranlage, (...), ist eine technische Einrichtung, mit der Audiosignale wie Musik oder Redebeiträge in Veranstaltungsräumen für schwerhörige Personen zugänglich gemacht werden können. Die Tonsignale werden dazu in elektrische Signale umgewandelt und diese über eine im Raum ausgelegte Induktionsschleife ausgesendet. Mit Hörgeräten, die eine spezielle eingebaute Empfangsspule haben, können diese Tonsignale störungsfrei verstärkt empfangen werden.  
(90)

- Mit dem ausleihbaren Empfangsgerät mit integrierter Empfangsspule ist der Guide für jeden Besucher abrufbar.

Fazit:

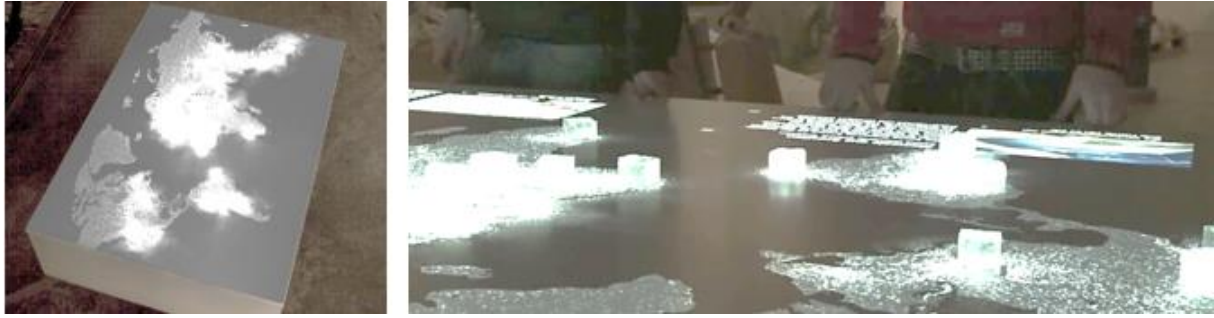
Das Nürnberger Ausstellungskonzept richtet sich speziell an Gäste mit wenig Zeit und ist darauf ausgerichtet, innerhalb von 30 Minuten erlebbar zu sein. Dieses Beispiel zeigt, dass auch kurze Museumsbesuche umfassendes Wissen und komplexe Zusammenhänge transportieren können. Ermöglicht wird dies hier mit Hilfe eines durchdachten Raumkonzeptes und einer konsequenten Audioführung.

Edutainment	Der konsequente Einsatz des Audioguides und die damit verbundenen Anwendung neuer Technik für die Besucher kann als Edutainment Ansatz gewertet werden.
Interaktion	Die multimedialen Informationen werden durch Herantreten „ausgelöst“.
Visualisierung	Komplexe wissenschaftliche Zusammenhänge werden verständlich und nachvollziehbar dargestellt.
Benutzerspezifisch	Der Audioguide informiert in Abhängigkeit vom Benutzerstandort.
Intuitiv	Der Raumaufbau und der Audioguide sind basierend auf Besuchergewohnheiten erstellt wurden und sind intuitiv nutzbar.

### 3.3.8. Moderne Wissensvermittlung im Deutschen Salzmuseum, Lüneburg

Inhalt:

Das Deutsche Salzmuseum in Lüneburg stellt die Geschichte der Saline an einem seiner früheren Gewinnungsorte umfangreich dar. Dabei beschäftigt sich die Installation insbesondere mit der Frage, welche Salzanbaugebiete wieviel Salzmengen weltweit fördern. Um dem Besucher ein leichtes Verständnis zu ermöglichen, werden die Zusammenhänge visuell dargestellt. Auf einer projizierten Weltkarte kann interaktiv mit den Salzgewinnungsstätten agiert werden.



**Abbildung 15 – Projizierte Weltkarte,**  
ART + COM Studios, <https://artcom.de/project/salz-weltweit/>

Aufbau (vgl. (54)):

- Auf einer projizierten Weltkarte sind die weltweiten Salzabbaugebiete abgebildet.
- Die Gebiete werden durch berührungssensitive Salzkristalle dargestellt.
- Die Menge an gefördertem Salz wird durch virtuelle Salzpartikel dargestellt, die ebenfalls auf den Multimedia-Tisch projiziert werden.
- Ergänzend wird bei Berührung der Salzkristalle ein Infowindow geöffnet und weitere multimediale Informationen zum ausgewählten Abbaugbiet stehen zur Verfügung.
- Die projizierten Inhalte werden in Echtzeit generiert.
- Algorithmische Parameter beschreiben das Verhalten der Salzpartikel, sodass sie sich scheinbar autonom und jedes Mal etwas anders über die Tischoberfläche bewegen.

Fazit:

Anhand dieser Installation sind Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Ursachen visuell erklärt und durch tiefergehende Informationen ergänzt. Daher ist es möglich, das komplexe Thema „Weltweite Salzförderung“ verständlich und nutzerfreundlich darzustellen.

Edutainment	Spielerischer Umgang mit einem komplexen Themengebiet.
Interaktion	Auf der touch sensitiven Oberfläche kann sich der Besucher seine Informationen zusammenstellen.
Visualisierung	Die komplexen Zusammenhänge zwischen Salzförderung, Diffusion und Meeresströmungen sind nachvollziehbar dargestellt.
Benutzerspezifisch	Der Besucher bestimmt, welche Informationen angezeigt werden.
Intuitiv	Die Handhabung ist einfach und stellt keine Herausforderung dar.

### 3.3.9. Deutschen Technikmuseum Berlin - „Tim, zeig uns den Weg“

Ein mobiler Serviceroboter führt im Deutschen Technikmuseum Berlin (vgl. (55)) die Besucher durch die Ausstellungsräume und gibt zusätzliche Informationen sowie Hintergrundwissen zu den angesteuerten Exponaten.



**Abbildung 16 – Tim im Deutschen Technikmuseum**  
C. Kirchner, <http://sdtb.de/technikmuseum/presse/2615/>

#### Aufbau:

- Die Basis bildet ein Roboter des Typs SCITOS A5 der thüringischen Firma Metra Labs.
- „Der Roboter kann autonom an Menschen herantreten und über Sprachausgaben, Kopfbewegungen oder das Touchdisplay kommunizieren.“<sup>41</sup> (56)
- Zur (Befehls-) Eingabe wird das Touchdisplay genutzt. Eine Spracheingabe ist nicht möglich, da die Stimmerkennung bei häufig wechselnden Nutzern eine (noch) zu hohe Fehleranfälligkeit aufweist.
- Ein computergesteuerter Getriebemotor sorgt für selbstständiges Bewegen.
- Zur Orientierung in den Räumlichkeiten des Museums greift der Roboter auf gespeicherte Karten der Gebäudestruktur zurück, die er über einen Laserscanner erkennt.
- Weitere Sensoren verhindern einen Zusammenstoß mit Besuchern oder Exponaten.
- Momentan besteht die Möglichkeit, sich zu zwölf Ausstellungsstücken führen zu lassen
- Informationen zu den Exponaten erhält der Besucher auditiv auf Deutsch oder Englisch direkt von „Tim“.

---

<sup>41</sup> Metra Labs. [Online] [Zitat vom: 09. 01 2018.] <http://www.metralabs.com/shopping-rfid-robot>

### Fazit:

Durch den Einsatz von „Tim“ wird zum einen die Navigation und Wissensvermittlung innerhalb der Ausstellung für Besucher erleichtert, zum anderen wird die Möglichkeit für Besucher geschaffen, Erfahrungen mit einem Serviceroboter zu sammeln.

Edutainment	Durch den innovativen Einsatz neuer Technologie wird ein Anreiz der Wissensvermittlung geschaffen.
Interaktion	Die akustische Interaktion mit „Tim“ ist noch recht eingeschränkt, aber über das Touchdisplay wird eine bekannte Interaktionsart angeboten.
Visualisierung	Die Informationen werden dem Besucher auditiv zu Verfügung gestellt.
Benutzerspezifisch	Eine benutzerdefinierte Zielauswahl (beschränkt auf 15 Ziele) wird angeboten.
Intuitiv	Die Interaktion und das „Geleiten“ von Tim kann intuitiv genutzt werden.

### **3.3.10. Das Cleveland Museum**

Zur besseren Orientierung innerhalb der Museumsräume entwickelte das Cleveland Museum in ursprünglicher Form eine Navigationshilfe-App. Durch beständige Weiterentwicklung wurde im Juni 2017 die aktuelle Version gelauncht, die nun eine Vielzahl an Services für die Besucher anbietet. Der Download der App ist kostenfrei und für iOS und Android Geräte verfügbar.

#### **Die ArtLens App**

**Inhalt und Aufbau:** Der angebotene Inhalt kann in folgende vier Hauptkategorien unterteilt werden.

#### Galerien und Exponate

- Basierend auf iBeacon Technologie im gesamten Museum sowie den angrenzenden Außenanlagen stehen dem Nutzer Wegbeschreibungen und Karten zur Verfügung. Ebenfalls integriert sind thematisch gruppierte Galerien mit Inhaltsinformationen.
- Alle ausgestellten Kunstwerke sind enthalten und auffindbar. Auch Stichworte, Künstlernamen oder Titel können gesucht und gezielt angesteuert werden.
- Während des Museumbesuches kann über den integrierten „Find Me“ Button jederzeit der eigene Standort zur Orientierung lokalisiert und der Weg zu einem ausgewählten Objekt angezeigt werden.

- Zu einem Großteil der Exponate stehen zusätzliche multimediale Informationen bereit, zum Teil auch als Augmented Reality Bestandteile. Mit dem eigenen Smartphone oder dem Ipad kann darauf zugegriffen werden. Ein spezielles Symbol am Kunstwerk zeigt das Feature an.
- Kunstwerke, die sich in der Nähe befinden und ebenfalls von Interesse sein könnten, werden mit Hilfe einer dynamischen Empfehlungslogik innerhalb der App vorgeschlagen.



Abbildung 17 – Art LensApp

The Cleveland Museum of Art, <http://www.clevelandart.org/blog/2017/02/17/5-steps-look-closer-artlens-2.0>

## Museum

- In dieser Kategorie sind alle relevanten und aktuellen Informationen rund um das Museum enthalten. Dazu zählen Veranstaltungen und Sonderausstellungen sowie die Lage von Toiletten, Restaurants und Ausgängen. Die Öffnungszeiten der Museen sind ebenfalls auf dieser Seite aufgeführt.

## Tours

- Unter dieser Kategorie steht eine Auswahl an Führungen durch die Räumlichkeiten und zu ausgewählten Exponaten zur Verfügung:
  - Vorgeschlagene Touren der Kuratoren oder auch die Top-Ten-Tipps der Fachleute.
  - Zugriff auf eine dynamische Liste von Ausstellungsstücken der Besucherfavoriten. Ergänzend besteht die Möglichkeit, auf bereits erstellte und öffentlich gemachte Touren anderer Besucher zuzugreifen.
  - Es kann auch eine persönliche Tour kreiert werden. Anhand persönlich ausgewählter Kunstwerke und Exponate erstellt die App einen benutzerdefinierten Rundgang durch das Museum.



## You

- Innerhalb der App-Umgebung, aber auch in den Museumsräumen können Besucher ihre Lieblingskunstwerke über ein digitales „Herzsymbol“ markieren. Über diese Favoriten-Liste können diese für weitere Zwecke genutzt werden - beispielsweise für personalisierte Führungen, zum Wiederfinden bestimmter Kunstwerke oder zum Austausch auf Social Media Plattformen. Diese Auswahl der Lieblingsstücke stellt eine Schnittstelle zwischen der ArtLens App und der ArtLens Wall dar (wird im Folgenden näher beschrieben).

## **Die ArtLens Wall**

### Inhalt:

Dabei handelt es sich um eine interaktive, multitouch Mediawand (Abb. 18), die in Echtzeit alle Kunstwerke (ca. 4.300) aus der permanenten Sammlung zeigt. Diese Exponate können auch in thematischen Gruppierungen dargestellt werden. Ebenfalls werden ausgewählte lichtempfindliche Kunstwerke, die sich zum Schutz im Archiv befinden, präsentiert (vgl. (57)). Durch eine angebotene Schnittstelle zwischen eigenem Device und der Wall können entdeckte Kunstwerke zu den eigenen Favoriten (Herzsymbol) der ArtLens App zugefügt werden. Dadurch steht der volle Funktionsumfang der App für diese Exponate zur Verfügung.



**Abbildung 18 – ArtLens Wall,**  
The Cleveland Museum of Art, <http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-wall>

Aufbau (vgl. (57)):

- Die Wand besteht aus 150 Christie MicroTiles<sup>42</sup> und zeigt mehr als 23 Millionen Pixel an.
- Das multitouch System ermöglicht es mehreren Benutzern gleichzeitig, mit der Wand zu interagieren und stellt bis zu 20 verschiedene Schnittstellen zur Verfügung, um die Sammlung digital und personalisiert zu erkunden.
- Die Software wurde mit offenen Frameworks geschrieben und läuft auf zwei Windows 7-Workstations, die von vier Linux-Servern unterstützt werden.
- Über Bluetooth Schnittstellen können iOS- oder Android-Geräte verbunden werden.
- Die Sammlung des Cleveland Museum of Art wurde mit hochauflösenden Digitalkameras von 48 bis 192 Megapixel fotografiert und digital eingebunden.
- Um das große Spektrum der Exponate darstellen zu können, wechseln die angezeigten Werke alle 40 Sekunden.
- Die Kunstwerke werden unterschiedlich zusammengefasst: nach Thema und Typ, wie z.B. Zeitabschnitt oder Materialien, nach Mal- bzw. Herstellungstechniken, sowie nach 32 vorkuratierten Ansichten der Sammlung.
- Alle 10 Minuten aktualisiert ein Application Content Management System die im Hintergrund gespeicherten Metadaten und die Häufigkeit, mit der jedes Kunstwerk an der Wand und aus der ArtLens App von Besuchern "favorisiert" wurde.
- Besucher können ihre persönlichen Favoriten auf ihrem iOS/Android-Gerät auf der ArtLens App von der Wand aus speichern, indem sie ihr Gerät auf einer von acht Docking-Stationen platzieren und sich über Bluetooth verbinden.
- Dem Besucher werden detailliertere Betrachtungsvorschläge angeboten, die an seine bisherige Erkundung der Museumsinhalte anknüpfen. So ist es auch möglich, auf individuellen Pfaden das Museum zu erleben.
- Basierend auf der individuellen und gemeinsamen Nutzung der Besucher werden Metriken erstellt und ausgewertet. Die darauf beruhenden Erkenntnisse helfen den Museumsmitarbeitern, einen tieferen Einblick in die Bedürfnisse und Interessen der Besucher zu erhalten.
- Um sicherzustellen, dass die Inhalte der ArtLens Wall und der ArtLens App dynamisch und wartungsfreundlich sind, werden alle Informationen direkt aus dem hauseigenem Digital Asset Management Systemen bezogen.

---

<sup>42</sup> Detaillierte technische Details der Christie MicroTiles im Anhang

Fazit:

Bei der großen Vielzahl an ausgestellten Exponaten können die ArtLensWall und die ArtLensApp den Besucher bei der Orientierung und Auswahl unterstützen. Die intuitive und visuelle Aufbereitung hilft dem Besucher, den Überblick über die Angebote zu behalten. Den Gästen wird auf spielerische Art ermöglicht, die Objekte der Sammlungen zu erkunden und zusätzliche Informationen stehen zur Verfügung. Dadurch wird der Besuch zu einem persönlich geprägten Erlebnis, ohne störende Faktoren wie Orientierungslosigkeit, fehlendes Interesse oder schlechtes Zeitmanagement motiviert.

Edutainment	Mixed Reality Angebote vermitteln Informationen und ermöglichen einen modernen (digitalen) Umgang mit den Exponaten.
Interaktion	Die App, die Wall sowie auch an den Exponaten selbst werden viele Interaktionsmöglichkeiten angeboten.
Visualisierung	Die große Vielzahl an Exponaten wird übersichtlich an der Mediawand angeboten. Jedes einzelne Ausstellungsstück kann näher betrachtet und analysiert werden.
Benutzerspezifisch	Eigene Favoritenlisten erstellen, personalisierte Touren und thematische Gruppierungen kreieren, basierend auf benutzerspezifischen Interessen.
Intuitiv	Die verschiedenen Angebote basieren auf bekannten Interaktionsmöglichkeiten.

### 3.4. Fazit

Wie schon dieser kleine Ausschnitt internationaler Beispiele gezeigt hat, ist das Potenzial moderner Vermittlungs- und Präsentationsformen immens. Mixed Reality Narrationen unterstützen und erweitern authentische Exponate mit aktuellen Kommunikationstechnologien. Hierbei steht die Ergänzung des Objektes um zusätzliche, nur durch das Ausstellungsstück nicht vermittelbare Informationen im Fokus.

Der Einsatz multimedialer Komponenten muss neue Relevanz für das Ausstellungsstück schaffen und nicht nur der technischen Umsetzungsmöglichkeit wegen integriert werden. Wie in den vorangegangenen praktischen Beispielen gezeigt, kann der Mixed Reality Mehrwert folgende Aspekte beinhalten:

- Informationserweiterungen
- zusätzlichen Wahrnehmungsdimensionen
- Navigationsunterstützung
- kuratorische Empfehlungen
- Zeit- und Ortsunabhängigkeit
- verständliche Darstellung komplexer Themengebiete
- Zeitersparnis
- u.v.m.

Wie ausführlich beschrieben, gehe ich von einem Zusammenwirken der fünf Merkmale: Interaktion, Edutainment, Visualisierung, Benutzerspezifik und Intuitive Handhabung für eine gelungene Mixed Reality Präsentation aus.

Wie Daniel Klinkhammer ebenfalls in seiner Arbeit zu „Informations- und Kommunikationstechnologien in Museen“ (44) beschreibt und bestätigt, ist das Zusammenspiel dieser Schlüsseleigenschaften erstrebenswert. Dabei benennt er die Aspekte ein wenig anders, meint aber denselben thematischen Kern. Für eine erfolgreiche Konzeption von interaktiven Systemen erwartet er, dass:

- ein komplexes und tiefergehendes Wissen angeboten wird (Edutainment)
- es verlockend und anziehend gestaltet ist (Visualisierung)
- individuelle Partizipation ermöglicht wird (Benutzerspezifik)
- ein freier Gebrauch gestattet ist (Intuitiv)

Wie die Praxis-Beispiele belegen, gibt es bei den musealen Vermittlungsstrategien, die von Mixed Reality getragen oder zumindest unterstützt werden, weltweit viele erfolgreiche Vorbilder.

Momentan stoßen die einsetzbaren Technologien noch an Grenzen bzgl. der allumfassenden Integration menschlicher Wahrnehmungsmöglichkeiten. Zwar werden die menschlichen Sinne Sehen und Hören sowie teilweise auch Fühlen bereits erfolgreich angesprochen. Dennoch bleiben die Wahrnehmungen Riechen und Schmecken nahezu unberücksichtigt.

Wie in den Praxis-Beispielen veranschaulicht, werden die Potenzial der beiden Mixed-Reality Technologien Augmented- und Virtual Reality bereits genutzt und eingesetzt. Zukünftig werden diese Techniken vermehrt Einzug in die Präsentations- und Vermittlungsstrategien der Museen halten. Eine detailliertere Betrachtung dieser beiden multimedialen Kommunikationsformen nehme ich im folgenden Kapitel vor.

## 4. Mixed Reality Technologien „Augmented Reality & Virtual Reality“

In diesem Abschnitt werde ich zwei der zukunftsweisenden Mixed Reality Techniken näher beschreiben. Augmented- und Virtual Reality werden die museale Präsentation zukünftig mitprägen. Auch wenn beide Technologien Herausforderungen mit sich bringen, die gerade bei der Virtual Reality noch einige Anstrengungen benötigen, wird der Einsatz im Museum alltäglich werden.

### 4.1. Detaillierte Betrachtung der kurz- bis mittelfristig zu implementierenden Mixed Reality Technologie „Augmented Reality“

#### 4.1.1. Einleitung

Bei der Mixed Reality-Technik „Augmented Reality“ handelt es sich um eine neuartige Präsentations-Technologie im musealen Raum. Diese Narrationsform für museale Vermittlungsaufgaben ist in Verbindung mit dem Erhalt originaler Exponate zukunftsweisend, und wird meines Erachtens kurz- bis mittelfristig weite Verbreitung finden.

Prinzipiell sollte die Etablierung neuer Technologien in unterschiedlichen Zeithorizonten betrachtet werden. Bei der Einführung von kurz- und mittelfristigen Angeboten kann meist schon auf vorhandene Best-Practice-Beispiele zugegriffen werden, das technische Know-How ist vorhanden oder kann bei verwandten Institutionen erfragt werden. Auch der finanzielle Investitionsrahmen bewegt sich im realisierbaren Bereich.

#### 4.1.2. Definition

**Augmented Reality** wird von R. Dörner et al. definiert als: „...eine (unmittelbare, interaktive und echtzeitfähige) Erweiterung der Wahrnehmung der realen Umgebung um virtuelle Inhalte (für beliebige Sinne), welche sich in ihrer Ausprägung und Anmutung soweit wie möglich an der Realität

*orientieren...*<sup>43</sup> (37) Diese Orientierung an der Realität bedeutet im musealen Umfeld, dass die Beständigkeit der originalen Exponate um virtuelle Angebote ergänzt wird. Aktuell findet fast ausschließlich eine virtuelle Überlagerung der Realität statt. Das Besondere dabei ist die perspektivisch exakte Überlagerung der Realität mit ergänzenden visuellen Einblendungen. Um dies zu erreichen, ist eine Vielzahl an technischen Grundlagen zu erfüllen, die ich im Folgenden näher beschreiben werde.

### 4.1.3. Technische Grundlagen

Um augmentierte Realität hochwertig und nutzerfreundlich zu erzeugen, müssen diverse Faktoren berücksichtigt werden. Dr. Wolfgang Broll hat sich ausführlich mit dieser Thematik beschäftigt und teilt die technischen Voraussetzungen in fünf zu berücksichtigenden Aspekten auf (37):

1. Videoaufnahme
2. Tracking
3. Registrierung
4. Darstellung
5. Ausgabe

Um ein besseres Verständnis zu erhalten, was inhaltlich mit den genannten Aspekten gemeint ist, werde ich diese näher erläutern:

1. Videoaufnahme:

Mithilfe von Videoaufnahmen der direkten Umgebung wird eine Orientierung hergestellt. Dies ist die Voraussetzung für eine passgenaue optische Überlagerung. Im Idealfall wird die Realität mit einer perspektivisch korrekten Projektion ergänzt. Für eine optimale Wahrnehmung und dem Eindruck der „realen“ Virtualität, müssen Blickpunkt und Blickrichtung des Betrachters übereinstimmen (vgl. (37)). Für diese Aufnahmen zur Orientierung und Überlagerung, beschreiben Broll et. al (vgl. (37)) drei technische Vorgehensweisen:

---

<sup>43</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung.** *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 246

<b>Video See-Through-AR</b>	<b>Optisches See-Through-AR</b>	<b>Projektbasierte AR</b>
<p>Hierbei kommt eine Videokamera zur Erfassung der Umgebung zum Einsatz.                      Das so ermittelte Bild wird mit virtuellen Inhalten perspektivisch korrekt überlagert - immer in Bezug auf die Position und Lage der Kamera. Damit wird das Einblenden virtueller 3D-Objekte an jede gewünschte Position in der Umgebung möglich (Bsp. Handy-AR).</p>	<p>Bei dieser Variante wird die reale Umgebung direkt überlagert, d.h. der Nutzer sieht die reale Welt durch seine eigenen Augen, ergänzt um virtuelle Elemente. Dazu ist ein semitransparentes Display zur Ausgabe nötig.                      Erster Vorläufer dieser Datenbrillen war Google Glass, die aktuelle Generation kommt mit der HoloLens von Microsoft.</p>	<p>Diese Methode basiert auf der direkten Projektion der virtuellen Inhalte auf bestehende, reale Objekte. Dabei wird kein zusätzliches Ausgabegerät mit Displays benötigt.</p>

## 2. Tracking

Das Tracking wird zur Bestimmung der Lage und Position des Blickpunktes des Nutzers benötigt. Das ist wichtig, um ein optimales Nutzererlebnis durch perfekt aufeinander abgestimmte Perspektiven, Blickrichtungen und virtuelle Projektionen innerhalb der Realität zu erreichen.

Für ein erfolgreiches Tracking definieren Broll et. al (vgl. (37)) folgende Varianten:

<b>Mobiles Positions-Tracking</b>	<b>Sensorbasiertes Mobile Orientierungs-Tracking</b>	<b>Kamerabasiertes Tracking mit Markern</b>	<b>Merkmalsbasiertes (optisches) Tracking-Verfahren</b>
<p>Orientierung primär durch das GPS-System, das allerdings in Innenräumen oder GPS Abschattungen (Urban Canyons) keine Standort Berechnung durchführen kann.                      Für Innenräume stehen IBeacon Technologie, Nearfield oder W-Lan Tracking zur Verfügung.</p>	<p>Hier basiert das Tracking, also die Messung des Blickwinkels, auf den eingebauten Sensoren des Ausgabegerätes. Bei Smartphones und Tablets sind dies Magnetometer und die Inertialsensoren.</p>	<p>Dies stellt eine weit verbreitete Variante dar, bei der visuelle Marker eingesetzt werden. Mithilfe einer integrierten Kamera werden Position und Lage dieser erkannt.</p>	<p>Hierbei stehen kamerabasierte Tracking-Techniken im Vordergrund. Anhand bereits vorliegender Merkmale, die meist in einer Datenbank erfasst sind, wird ein Kamerabild bzw. Standort erkannt und entsprechend virtuell überlagert.</p>



## 2. Registrierung

Bei diesem Aspekt werden nun die virtuellen Inhalte mit dem korrekten perspektivischen Blickwinkel in die reale Umgebung eingepasst. Dabei handelt es sich um einen sehr umfangreichen, technischen Vorgang, der auf geometrischer (oder photometrischer<sup>44</sup>) Registrierung basiert. Dies bedeutet laut Broll: „[...] dass ein virtuelles Objekt sich bei geänderter Kameraperspektive trotzdem am selben Ort in der Realität zu befinden scheint, d. h. sofern es sich nicht um ein animiertes virtuelles Objekt handelt, bewegt es sich im Verhältnis zur realen Umgebung nicht“<sup>45</sup> (37). Das vorher beschriebene Tracking spielt hierbei eine große Rolle, denn je detaillierter das Trackingverfahren und dessen Geschwindigkeit, desto qualitativ hochwertiger die Registrierung und damit die Einbettung des Virtuellen in der realen Umgebung.

## 3. Darstellung

Die Darstellung der virtuellen Inhalte basiert, wie beschrieben, auf der geometrischen Registrierung und die durchgeführte Transformation an den jeweiligen Blickwinkel.

*„Dabei wird das aufgenommene (Video) Bild durch die virtuellen Inhalte perspektivisch korrekt überlagert, wodurch die eigentliche Augmentierung erfolgt.“<sup>46</sup> (37).*

## 4. Ausgabe

Um dem Betrachter nun auch ein sichtbares Ergebnis darzustellen, muss die Ausgabe der augmentierten Realität stattfinden. Aktuell geschieht dies fast ausschließlich visuell, lediglich gelegentlich stößt man auf auditive Ausspielung.

Da es eine Vielzahl an Ausgabemöglichkeiten gibt, möchte ich mich hier auf Geräte konzentrieren, die für das museale Umfeld von Interesse sind:

---

<sup>44</sup> Mit der Photometrischen Registrierung ist die Anpassung der virtuellen Objekte an die realen Lichtverhältnisse gemeint. Dieses Verfahren ist noch wenig ausgereift.

<sup>45</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung.** Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 264

<sup>46</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung.** Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 243

- **Handheld Geräte:** Darunter sind Tablets und Smartphones zu verstehen.  
Bei diesen Ausgabegeräten kann auf die (meist) schon integrierte Videokamera zur Aufnahme der Umwelt, den vorhandenen Sensoren für ein fehlerarmes Tracking sowie die benötigten Rechen- und Grafikleistungen zugegriffen werden.
- **Datenbrillen bzw. Head Mounted Displays:**  
Hierbei wird die reale Welt dem Nutzer lediglich über die Kameraaufnahme gezeigt und mit ergänzenden Inhalten überlagert. Ein Vorteil dieser Ausgabemethode ist die Möglichkeit, die virtuelle Ausgabe zeitlich so lange zu verzögern, bis die Latenzen aus Tracking und Rendering behoben sind. Nachteil dieser Ausgabegeräte kann das Auftreten von Cyber Sickness sein.

Die Möglichkeit der Interaktion mit Augmented Reality Angeboten ist ein Aspekt, den Broll nicht explizit anspricht, den ich aber gerne ergänzen möchte. Bisher steht diese Facette bei AR-Installationen weniger im Fokus: *„Der Nutzer navigiert durch seine Bewegung in der Realität, d.h. eine Entkopplung zwischen der realen Bewegung und der virtuellen Bewegung, wie sie bei VR-Umgebungen häufig auftritt, ist hier nicht möglich.“*<sup>47</sup> (37) Nach Ralf Dörner et al. ist die AR-Navigation mit einem bestimmten Ort verbunden und oft nur durch einfache Nutzeraktionen geprägt.

Dennoch könnte Augmented Reality interaktiv durch folgende Varianten von Museums-Besuchern genutzt werden:

- Durch eine Annäherung an das Objekt wird eine Aktion ausgelöst.
- Sprache bzw. Tastendruck (vgl. Dörner et al.) erzeugen eine Reaktion.
- Mit dem Eye-Tracking-Verfahren kann eine Interaktion ermöglicht werden, wobei dieses Verfahren hohe technische Anforderungen mit sich bringt (Integration einer Kamera zur Aufnahme der Augen ist nötig).

---

<sup>47</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung.** *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 286

#### 4.1.4. Fazit

Den vorangegangenen Ausführungen folgend, ist die Augmented Reality-Technik abhängig von ihrem Einsatzort und eng mit diesem verbunden – eine Einschränkung, die im musealen Umfeld keine Beeinträchtigung bedeutet. Im Gegenteil, das große Potenzial von Augmented Reality-Anwendungen ist die Ergänzung des Realen um virtuelle Inhalte. Ein museales Objekt kann in seiner realen Anmutung mit allen Sinnen wahrgenommen werden. Die Augmentierte Realität ermöglicht dem Objekt zusätzlich eine individuelle Kontextualisierung durch weiterführende multimediale Informationen oder anhand erweiterter Narrationsstränge.

Genaugenommen bedeutet der Einsatz von AR-Technologie die konsequente Weiterentwicklung der klassischen Informationstafel nahe dem Objekt.

Das Smartphone ist dabei prädestiniert für den musealen Einsatz, um augmentierte Wissenswelten zu schaffen. Basierend auf der in Kapitel 1 ausführlich erläuterten mobilen Mediennutzung, die durch den Ansatz „Anywhere & Anytime“ geprägt ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Besucher ihr Smartphone stets mit sich führen. Die verbaute Smartphone Technik, mobile Sensoren sowie die integrierte Software, erfüllen alle gerade beschriebenen Anforderungen zur Implementierung einer Augmented Reality. Die eingebaute Kamera übernimmt dabei die Orientierung in der Umgebung und die passgenaue optische Überlagerung (Video See-Through). Eine Orientierung anhand von GPS Daten oder Innenraum-Navigation ist durch die integrierten Sensoren ebenfalls gewährleistet. Die Ausgabe der Augmented Reality über das Handy-Display ist ein gelerntes Nutzungsszenario. Der Umgang mit dem Smartphone ist routiniert und es kann ohne Übungsphase sofort genutzt werden.

Ein weiter zu beachtender Gesichtspunkt ist der finanzielle Aspekt. Auch W. Broll sieht folgende Vorteile: *„Augmented Reality-Systeme zeichnen sich in einem Großteil der Fälle durch einen sehr viel einfacheren und vor allem preisgünstigeren Ansatz aus [...]“*<sup>48</sup> (37). Zumal gerade im musealen Umfeld Kosten und technischer Aufwand so gering wie möglich gehalten werden sollten. Auch dies spricht für das Smartphone als Augmented Reality-Device. Die Kosten der Hardwarebeschaffung und Wartung können vernachlässigt werden. Die zur Verfügung stehenden Geräte entsprechen immer den Besucherzahlen. Personenindividuelle Inhalte, basierend auf den mobilen Daten, können direkt ausgespielt werden und Bezug auf die persönliche Wissensgrundlage nehmen.

---

<sup>48</sup> Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung. *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 253

Wie die Umsetzungsbeispiele in Kapitel 3.3. zeigen, können augmentierte Elemente in ganz unterschiedlicher Art und Weise ihren Einsatz finden. Zum Beispiel das App basierte Mobile-Spiel des American Museum of Natural History, das spielerische Elemente mit einem hohen Grad an Wissenstransfer und Nutzer-Engagement verbindet. Oder die multimedialen Ergänzungen des Cleveland Museums, die Informationen zu den Exponaten größtenteils per Augmented Reality-Technologie zur Verfügung stellen. Auch die interaktiven Bücher der Beyeler Foundation wurden durch AR-Elemente zum „Leben erweckt“.

Eine weitere, mit der Augmented Reality sehr eng verwandte Technologie stellt die Virtual Reality dar. Die Virtuelle Realität ist in ihren Anforderungen und Dimensionen umfangreicher als die gerade beschriebene Augmented Reality und hat in einem höheren Grad Einfluss auf die Sinneswahrnehmung des Nutzers.

## 4.2. Detaillierte Betrachtung der mittel- langfristig zu implementierenden Mixed Reality Technologie „Virtual Reality“

### 4.2.1. Einleitung

Das Erschaffen von virtuellen Welten ist ein riesiger Schritt in die Richtung des allumfassenden Erlebnisses, das Museen und Ausstellungen ganz neue Möglichkeiten der Wissensvermittlung und des veranschaulichenden Lernens bietet.

Bei der Erstellung von Virtual Reality Angeboten gibt es eine Vielzahl von Aspekten zu berücksichtigen. Im Rahmen eines Studienprojektes<sup>49</sup> (2016) habe ich mich gemeinsam mit einem Team der detaillierten Betrachtung von Möglichkeiten, Chancen und Grenzen der Virtual Reality gewidmet. Basierend auf unseren eigenen Projekt-Erfahrungen und anhand von Berichten anderer Projektverantwortlicher für Virtual Reality Arbeiten (z.B. „Virtuelle Speicherstadt Hamburg“ von Roland Greule und Matthias Kuhr und Rasmus Borkamp's Projekt „Mit toten Fischen spielt man nicht! Wissenschaft als Virtual Reality-Erlebnis“ (58)), komme ich zu dem Schluss, dass die Erstellung von Virtuellen-Welten in Hinsicht auf Projektlaufzeiten, personeller Ressourcen, Hard- und Software Investitionen sowie dem oft geringem digitalen und technischen Know-How, aktuell für Museen noch eine sehr große Herausforderung darstellt. Daher ordne ich sie als mittel- bis langfristig umsetzbar ein. Frau Prof. Dr.-Ing. Katrin Wolf, Professorin für Medieninformatik HAW, bestätigt diese Einschätzung ebenfalls. Bei der Erstellung von Inhalten speziell und individuell für virtuelle Realitäten, können (je nach Anspruch) der Aufwand, die Technikausstattung und anfallende Personalkosten in die Millionenhöhe gehen. Als weitere Einschränkung beschreibt Frau Wolf, dass die technische Virtual Reality-Ausstattung vor Ort meist nicht skalierbar ist. Aus ihrer Erfahrung gibt es nicht genügend zur Verfügung stehende Geräte, um die Anwendungen für alle Interessierten gleichzeitig zur Verfügung zu stellen. (59)

Natürlich ist diese Technologie zur Wissensvermittlung und für veranschaulichtes Lernen hervorragend geeignet. Und bestimmt wird diese Realitätserweiterung mittel- bis langfristig Einzug in das museale Umfeld halten müssen. Aber das wird es voraussichtlich erst, wenn auf mehr Erfahrungen und Ressourcen aus anderen Wissens- oder Technik-Bereichen zugegriffen werden kann.

---

<sup>49</sup> Kathrin Baitinger, Andy Herzberg, Quirine Philipsen. *Ausarbeitung zum Projekt "Syria"*. HAW Hamburg : s.n., 2016

Die Erfahrungen und Beobachtungen aus dem Projekt „Syria“, das dem Genre Newsgames so zugeordnet werden kann, haben auch in Bezug auf das museale Umfeld ihre Relevanz. Im Folgenden werde ich die Erkenntnisse aus unserer Projektarbeit in Anlehnung an den damals gefertigten Projektbericht (60) näher beschreiben. Damit möchte ich meine aktuelle Einschätzung des zu umfangreichen Set-Up einer Virtual Reality-Installation im musealen Umfeld untermauern.

### 4.2.2. Definition

Bei der Virtual Reality handelt es sich um eine Präsentations-Technologie, die dem Nutzer ein sehr immersives und intuitives Erlebnis bietet. Sie ermöglicht Inhalte spielerisch und dabei hautnah zu erleben. Es ist ein „Computersystem, das aus geeigneter Hardware und Software besteht, um die Vorstellung einer Virtuellen Realität zu realisieren.“<sup>51</sup>, so lautet die Definition von R. Dörner et al. (37). Die Weltsimulation wird von einem Computer durchgeführt und uns durch eine geeignete Schnittstelle präsentiert. Dabei können Inhalte, wie z.B. eine allumfassende Simulation, in der die Fiktion nicht mehr von der Realität unterscheidbar ist, dargestellt werden.

Zusammengefasst beruht die Virtual Reality-Technik auf „3D-Computergraphik-Technologie mit dynamischem Verhalten, die in Echtzeit auf Nutzereingaben reagiert.“<sup>52</sup> (37)

Einen großen Einfluss auf das Gelingen eines Virtual Reality-Projekt zur Weltsimulation haben, wie in der Augmented Reality, die technischen Grundlagen. Zur besseren Veranschaulichung der einflussnehmenden Faktoren, haben R. Dörner et al. (37) eine Unterteilung zwischen Eingabe- und Ausgabegerät vorgenommen (Abb. 19).

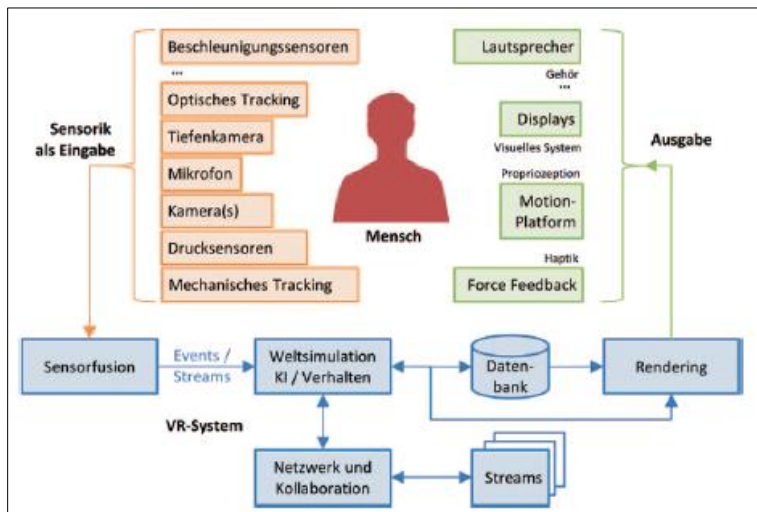
Eine Auswahl dieser Aspekte werde ich im weiteren Kapitel näher beschreiben.

---

<sup>50</sup> [vgl. Wikipedia] Newsgames ist ein Spielgenre, das versucht, publizistische Grundsätze bei der Erstellung von Games anzuwenden. Spielelemente werden dazu in die journalistische Arbeit integriert. Unterschiedliche Kategorien können zum Beispiel interaktive Infografiken, Puzzles, Rätsel, Quiz-Spiele und Simulationen beinhalten.

<sup>51</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung.** *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S.7 & S. 65

<sup>52</sup>



**Abbildung 19** – Darstellung möglicher Einflussfaktoren auf ein erfolgreiches Virtual Reality Projekt, Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung (37)

### 4.2.3. Zu beachtende Aspekte bei der Erstellung einer Virtuellen Welt.

#### 1. Menschliche Aspekte der Wahrnehmung:

In den aktuellen Beispielen für Virtuelle Realitäten steht die visuelle Wahrnehmung im Fokus.

Preim und Dachzelt unterscheiden zwei VR-Begriffe auf Basis der visuellen Wahrnehmung:

„Desktop-VR und Fishtank-VR - Desktop-VR bedeutet, dass traditionelle Ein- und Ausgabegeräte für die 3D-Interaktion benutzt werden. Fishtank-VR bezeichnet eine Erweiterung der Desktop-VR, bei der stereoskopische Darstellungen generiert werden.“<sup>53</sup> (45)

Bei der beschriebenen stereoskopischen Darstellung handelt es sich um einen menschlichen Wahrnehmungsprozess. Dieser basiert darauf, dass das menschliche Gehirn zwei Bilder (je eins für das linke und rechte Auge) benötigt, um Bilder oder die Umgebung in 3D wahrzunehmen. Aufgrund der unterschiedlichen Lage unserer Augen (die Augen liegen beim Menschen etwa 5 bis 6,5 cm auseinander) werden dadurch zwei Perspektiven erzeugt, die den gewünschten räumlichen Eindruck entstehen lassen.

Die besonders immersiven VR-Ausgabegeräte beruhen alle auf diesem Wahrnehmungsprozess und stellen die Inhalte auf zwei Displays, dem sogenannten Stereodisplay, dar (Abb. 20).

<sup>53</sup> **Bernhard Preim, Raimund Dachzelt.** *Interaktive Systeme, Band 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces. s.l. : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-45246-8*

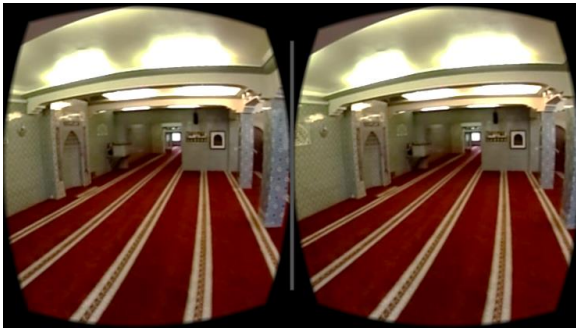


Abbildung 20 - Darstellung eines Stereodisplays – Zentrum Moschee Hamburg

Ein weiterer wichtiger Aspekt der menschlichen Wahrnehmung beruht auf der Bewegung. Die reale Welt durchqueren und erkunden wir durch Gehen, Fahren, Laufen o.ä. Um die Plausibilität in der virtuellen Welt zu erhalten, sollte auch hier eine Fortbewegung möglich sein. Aufgrund von räumlichen Gegebenheiten sind diesem Aspekt natürliche Grenzen gesetzt. Allerdings kann mit Laufbändern oder Tretmühlen die Wahrnehmung des physikalischen Gehens simuliert werden. Der Nutzer hat hierbei den Eindruck, er würde sich fortbewegen, bleibt jedoch faktisch an der gleichen Stelle. Durch diese Technik kann eine stärkere immersive Präsenz in der virtuellen Szene erreicht werden.

Da die Simulation einer Virtuellen Realität auf einer Vielzahl von Prozessen der menschlichen Wahrnehmung beruht, muss auch mit unerwünschten Phänomenen gerechnet werden. Denn jede menschliche Informationsverarbeitung ist individuell und persönliche Wahrnehmungen fallen unterschiedlich aus. Bereits bekannte Irritationen sind auftretende Cybersickness oder die fehlerhafte Wahrnehmung von Doppelbildern.

## 2. Das Schaffen von realistischen 3D Welten - die technologische Weltsimulation

Im Rahmen unseres Projekts haben wir die Erfahrung gemacht, wie herausfordernd das Erstellen einer realistischen und naturtreuen Weltsimulation ist. *„Eine virtuelle Welt wirkt umso realistischer, je mehr stimmige Details verwendet werden. Es gelten bestimmte Regeln für eine bestmögliche Immersion in der virtuellen Welt. Wie bereits beschrieben, ist die Plausibilität innerhalb der erschaffenen Welt wichtig...“* (60)

Neben der realistischen Wirkung von Elementen und dem Einhalten von Naturgesetzen unterliegt eine erfolgreiche Simulation auch Echtzeitanforderungen.



Bei der inhaltlichen Erstellung von virtuellen Welten sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Die realistisch anmutende Erstellung, Modellierung und Animation von 3D-Objekten.
- Die wirklichkeitsnahe Integration der Objekte.
- Beachtung der plausiblen Beziehungen zueinander (Größe, Geschwindigkeit, Form u.ä.)
- Naturgesetzen entsprechende Verhaltensweisen innerhalb der virtuellen Umgebung.
- Die Berücksichtigung von äußeren Anmutungen, wie Emissions-, Reflexions-, Transparenz-, u.ä. physikalischen Eigenschaften.
- Tiefenhinweise, Beleuchtung, Sound und Hintergründe müssen plausibel integriert werden (vgl. (45)).
- Ein klar verständliches und leicht zu nutzendes Interface sollte zur Verfügung stehen.

### 3. Das Schaffen von realistischen 3D Welten - die inhaltliche Weltsimulation

Die inhaltliche Gliederung ist ein weiterer ausschlaggebender Aspekt bei der Erstellung von gelungenen virtuellen Welten. Die Inhalte werden durch Strukturen gegliedert, ähnlich dem klassischen Film- und Literatur Genre.

Dabei trifft man meist eine der folgenden zwei Narration-Ansätze in virtuellen Welten an (60)):

<b>Lineare Erzählstruktur</b>	<b>Non-Lineare oder dynamische Erzählstruktur</b>
Diese Narrationen, die einer linearen Struktur folgen, sind aus den klassischen Medien bekannt. In Filmen, Fernsehen, Radio, Literatur, aber auch in vielen Spielen haben die Autoren die Kontrolle über ihre Geschichten. Sie bestimmen die Dramaturgie und steuern das Tempo. Alles kann detailliert vorausgeplant werden, so dass eine wirkungsvolle Inszenierung des Spannungsbogens möglich ist [vgl. Lorber, 2013]. Der Inhalt und Narration-Verlauf ist für alle Zuschauer und Spieler gleich, da er vorgegeben ist. Diese inszenierte Erzählmethode ist auch mit Interaktionsmöglichkeiten realisierbar.	Diese Erzählmethode ist besonders durch die Interaktionsmöglichkeiten der Nutzer gekennzeichnet und schöpft das größere Potenzial der VR Umgebung aus. Der Ablauf wird individuell bestimmt und erlebt. Man spricht von inhaltlichen Bausteinen, die zur Verfügung gestellt werden. Die Autoren haben dadurch wenig Einfluss auf die Geschehnisse und geben einen Großteil ihrer Kontrolle ab. Durch die vorherrschende Dynamik und Unvorhersehbarkeit entstehen zahlreiche unterschiedliche neue Geschichten. Dem Nutzer wird dabei eine sehr kreative Rolle zugeteilt.

Egal, welche Erzählstruktur genutzt wird, es muss auf eine sinnvolle Navigation geachtet werden. Nur so hat der Nutzer die Möglichkeit, die virtuelle Welt zu explorieren, gezielt nach Objekten zu suchen oder Objekte zu inspizieren (vgl. (45), S. 378). Ebenfalls ausschlaggebend für ein positives Nutzererlebnis sind selbsterklärende Elemente zur intuitiven Interaktion mit dem Geschehen.

#### 4. Interaktive Sensorik zur Eingabe

Die Interaktion des Nutzers mit den geschaffenen Welten stellt einen Grundpfeiler der Virtual Reality dar. *„Ein Nutzer interagiert mit einem VR-System, um virtuelle Objekte auszuwählen (Selektion) und zu verändern (Manipulation) sowie seine Position und seine Blickrichtung in der virtuellen Umgebung zu bestimmen (Navigation). Dazu kommt die Interaktion mit dem VR-System selbst (Systemsteuerung).“*<sup>54</sup> (37)

Grundlegend ist die intuitive Handhabung der Techniken, die sich durch ein leichtes Verständnis der Bedienmöglichkeiten und der klar bekannten Auswirkungen von realen Handlungen in der virtuellen Welt ausdrücken. (vgl. (45)). Eine besondere Herausforderung bei all diesen Aspekten bleibt weiterhin die Echtzeitanforderung der Wechselwirkungen.

Eingabegeräte stellen dabei die Schnittstelle zwischen Mensch- und Computer dar und dienen der sensorischen Erfassung der Nutzerinteraktion. Dabei können unterschiedliche Sensoriken zum Einsatz kommen (vgl. Abb. Xy). Eine zentrale Anforderung an die Eingabegeräte ist das Erfassen des sehr breiten Interaktions-Spektrums in Virtuellen Welten. Aufgrund der 3D-Geometrie müssen die Mensch-Computer Schnittstellen in der Lage sein, diese 3D-Interaktionen abzubilden. In einer virtuellen Installation sind Bewegungen in drei Raumrichtungen (Translation) möglich. Da aber auch Rotationen in ebenfalls drei Raumrichtungen dargestellt werden müssen, ergeben sich daraus sechs Bewegungsmuster, die in der Fachsprache Freiheitsgrade genannt werden und die *„die Orientierung und Lage eines Körpers im Raum eindeutig beschreiben.“*<sup>55</sup> (45)

Tracking-basierte Eingabegeräte sind vermehrt an die stärker immersiven VR-Systeme gekoppelt. *„Dabei werden entweder Bewegungen des Menschen oder Bewegungen von Eingabegeräten mit Methoden der Bildrekonstruktion verfolgt und daraus die 3D-Position und Orientierung rekonstruiert. Während in der Desktop-Situation Eingabegeräte auf einer festen Unterlage bewegt werden, werden in immersiven VR-Umgebungen getrackte Eingabegeräte frei bewegt.“* (45)

Die Tracking-Techniken selber beruhen dabei entweder auf der Objektverfolgung (optisches bzw. kamerabasiertes Tracking), zu der meist Marker eingesetzt werden (siehe Kapitel 4.1.3.).

Diese sind gut sichtbar und durch eine Kamera trackbar.<sup>56</sup> Ein Praxis-Beispiel dazu ist die „Connected

---

<sup>54</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Grimm, Bernhard Jung.** *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 157

<sup>55</sup> **Bernhard Preim, Raimund Dachsel.** *Interaktive Systeme, Band 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces. s.l. : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-45246-8, S. 245 & S. 293*

<sup>56</sup> Weitere detaillierte Beschreibungen von optischen Tracking-Verfahren sind bei R. Dörner et al. (37) ab S. 104 zu finden.

World“ der New York Hall of Science. Der interaktive Boden basiert auf diesem Verfahren, die Baumstämme zur Wasserumleitung stellen hierbei die Marker dar (siehe Kapitel 3.3.1.). Eine weitere Technik ist das markenlose Tracking, das auf charakteristischen Formen und Merkmalen der Objekte beruht und darauf basierende Veränderungen bzw. Bewegungen wahrnimmt. Der Flystick ist ein weitverbreitetes handgehaltenes Interaktionsgerät für VR-Anwendungen, das ein markenloses Tracking zulässt. In dem studentischen Projekt der HAW „Virtuelle Speicherstadt“, wird ein vergleichbarer Controller genutzt, um innerhalb der Virtuelle Reality-Welt bspw. die Dampfmaschinen zu steuern und zu warten.



**Abbildung 21 – Markenloses Tracking anhand eines Flysticks, „Virtuelle Speicherstadt“ HAW Hamburg**  
<https://www.speicherstadt-digital.de/> (08.04.218)

Ebenfalls markenlos agiert das Tracking-Konzept der Tiefenkameras. Da kein Eingabegerät benötigt wird, unterstützt dies die immersivste Weltsimulation des Anwenders.

*„Tiefenkameras ermöglichen es nicht nur, ein Bild aufzunehmen, sondern auch zu erfassen, wie weit die entsprechenden Objekte der Szene von der Kamera entfernt sind. Dabei wird typischerweise Infrarotlicht eingesetzt und mittels Tiefensensoren erfasst, wie weit der Weg des Lichtes ist, ehe es auf eine Oberfläche auftrifft. Die unterschiedliche Länge dieses Lichtweges wird ausgewertet, um eine Tiefenkarte zu erstellen.“<sup>57</sup> (45)* Die Tiefenkamera-Technik agiert und reagiert dynamisch und in Echtzeit auf das Geschehen (Abb. 22).

Die Technik findet bspw. im Cleveland Museum of Art ihren Einsatz (siehe Kapitel 3.3.4.), in der beschriebenen „Reveal and Zoom“ Installation zur Interaktion mit Kunstwerken auf einer digitalen Leinwand.

---

<sup>57</sup> **Bernhard Preim, Raimund Dachsel.** *Interaktive Systeme, Band 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces. s.l. : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-45246-8, S. 245 & S. 302*

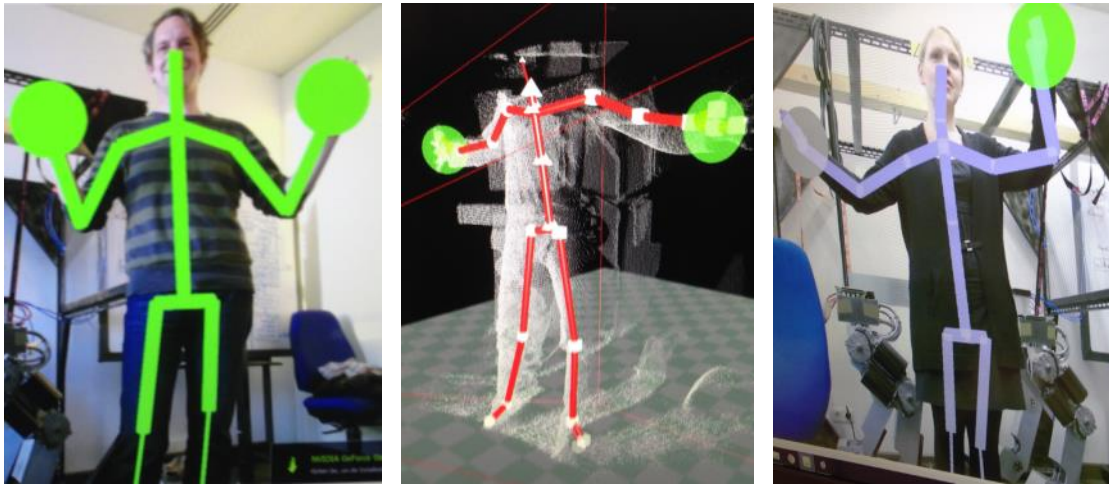



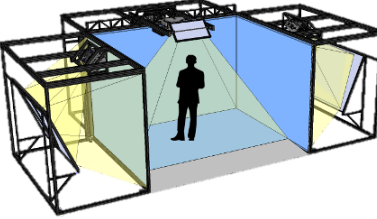

Abbildung 22 - Testen möglicher Gestensteuerung mit der Tiefenkamera-Tracking-Technik Kinect

#### 5. Die Ausgabe der geschaffenen 3D Welten

Die Ausgabegeräte spielen für die positive Wahrnehmung der virtuellen Welten und für das Ziel eines gefühlten „Eintauchens“ ebenfalls eine wichtige Rolle. Da in den aktuellen Virtual Reality-Konzepten hauptsächlich die visuelle Wahrnehmung angesprochen wird, konzentrieren sich auch die Ausgabegeräte auf diesen Sinn. Laut Preim und Dachsel sollten die verwendeten visuellen Ausgabegeräte zur optimalen Präsentation folgende Kriterien erfüllen (45)

- ein großes Sichtfeld einnehmen
- eine hohe Bildauflösung bereitstellen
- die Stereowahrnehmung unterstützen und dies idealerweise für mehrere Benutzer, die sich relativ frei im Raum bewegen können
- eine hohe Abtastrate aufweisen

Folgende Ausgabegeräte erfüllen die genannten Kriterien und sind in einem musealen Umfeld für eine starke Immersion sowie gemeinsame Nutzung denkbar:

<b>Curved-Screen-, Kuppel- oder Domprojektion</b>	<b>CAVE</b>	<b>Head-Mounted Displays</b>
<p>Mehrere Einzeldisplays werden zu einem großen System zusammengesetzt. Der Aufbau erfolgt in einem runden Radius, so dass eine Projektionsfläche und Blickfeld von bis zu 360° möglich sind. Mithilfe mehrerer Projektoren werden die visuellen Inhalte dargestellt. Meist werden diese Projektionen von mehreren Besuchern gleichzeitig genutzt. Ein markerbasiertes Bewegungserfassungssystem und Direct-Input-Geräte ermöglichen dennoch die individuelle 3D-Interaktion der Nutzer.</p>	<p>Bezeichnet ganze begehbare Räume, an deren Wände virtuelle Welten projiziert werden. Aufgrund des weiten Blickradiuses und der freien Beweglichkeit können hier starke immersive Erlebnisse geschaffen werden. CAVEs können 3, 4, 5 oder sogar 6 aktive Seiten haben, die meist über Rückprojektionen bespielt werden. Der Einsatz von Marker-basiertem Tracking oder direkte Eingaben über eingesetzte Endgeräte ist auch hier verbreitet.</p>	<p>Sind „mobile Visualisierungs- und Interaktionssysteme in Form eines Helms oder einer Datenbrille, die man am Kopf trägt.“<sup>58</sup> (37) Ein nutzerfreundliches großes Sichtfeld ergibt sich durch die direkt vor dem Auge positionierten stereoskopischen Displays. Integrierte Kopfhörer können das immersive Empfinden verstärken. Meist findet die Steuerung basierend auf der Kopfbewegung und der Blickrichtung statt.<sup>59</sup> Mittlerweile besteht die Möglichkeit das HMD in Kombination mit dem eigenen Smartphone zu nutzen.</p>
 <p><b>Abbildung 23 – Der Elbe Dom, „Eintauchen in virtuelle Welten, Fraunhofer Institut IFF</b>  <a href="https://www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/publikationen/eintauchen-in-virtuelle-welten-fraunhofer-iff.pdf">https://www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/publikationen/eintauchen-in-virtuelle-welten-fraunhofer-iff.pdf</a> (62)              (15.03.2018)</p>	 <p><b>Abbildung 24 – VisCube C4</b>  <a href="http://www.visbox.com/products/cave/viscube-c4/">http://www.visbox.com/products/cave/viscube-c4/</a><sup>60</sup></p>	 <p><b>Abbildung 25 – Head-Mounted Displays</b>  <a href="http://mobilbranche.de/2015/09/oculus-samsung-virtual">http://mobilbranche.de/2015/09/oculus-samsung-virtual</a>  <a href="https://vr.google.com/cardboard/">https://vr.google.com/cardboard/</a></p>

<sup>58</sup> Ralf Dörner, Wolfgang Grimm, Bernhard Jung. *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S. 142

<sup>59</sup> Die genauere Funktionsweise von HMD ist von P. Grimm et al. ( (37) in Kapitel 5.3) detailliert beschrieben.

<sup>60</sup> Die ausführliche Beschreibung des System-Aufbaues ist unter: <http://www.visbox.com/VisCube-C4-datasheet.pdf> zu finden

#### 4.2.4. Zusammenfassung:

Eine gelungene Virtual Reality Installation beruht auf dem zentralen Konzept der Involvierung des Nutzers in die geschaffene Welt. Hinzu kommt die Plausibilitätsillusion, denn eine virtuelle Welt wird als real angesehen, wenn die Inhalte und Handlungen in sich logisch und stimmig sind. Auch die Interaktivität, die sich durch einen hohen Grad an Eingebundenheit und einer möglichst verzögerungsfreien Reaktion ausdrückt, wirkt positiv auf das Gesamtkonzept. Dies wird zum einen durch die Illusion erreicht, dass die Aktionen des Nutzers direkten Einfluss auf die virtuelle Umgebung haben, zum anderen beeinflussen wiederum die Geschehnisse in der Umgebung die Sinne des Benutzers. Durch diese Interaktivität wird die Illusion geschaffen, dass der Nutzer mit der geschaffenen Welt agieren kann und die Welt mit ihm. *„Ein wesentliches Potential von Virtual Reality als Mensch-Maschine-Schnittstelle liegt in der Möglichkeit, dem Nutzer die Illusion der Anwesenheit in der dargestellten Virtuellen Welt zu suggerieren.“*<sup>61</sup> (37)

#### 4.3. Fazit

Gemäß den selbst auferlegten Standards des deutschen Museumsbundes (siehe Kapitel 2.2.) obliegen die Kunst- und Kultureinrichtungen dem Leitsatz *„Museen reagieren auf die sich wandelnden Sozialstrukturen und Lebensgewohnheiten der Gesellschaft ebenso wie auf die Entwicklung der Informationstechnik.“*<sup>62</sup> (29)

Dabei stellt die Augmented- und Virtual Reality eine der aktuellsten Trend-Technologien dar, die für das museale Umfeld viel Potenzial bergen. Wie auch R. Dörner et al. in ihrem Lehrbuch beschreiben, gibt es neben vielen weiteren Einsatzfeldern, wie Entertainment, Produkteentwicklung und Forschung, folgenden Einsatzschwerpunkt von virtuellen Realitäten: *„Erleichtern kann man Menschen auch das Aufnehmen und Verstehen von Daten, indem man die Daten mit einer Virtuellen Realität veranschaulicht. [...] Auch gänzlich abstrakte Daten können in einer Virtuellen Realität dargestellt werden.“*<sup>63</sup> (37)<sup>64</sup>.

---

<sup>61</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Grimm, Bernhard Jung.** *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S.33

<sup>62</sup>**Arbeitsgruppe Museen,** *„Standards für Museen“.* Kassel/Berlin : Deutscher Museumsbund e.V. / ICOM-Deutschland, 2006, S. 20

<sup>63</sup> **Ralf Dörner, Wolfgang Grimm, Bernhard Jung.** *Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6, S.9

<sup>64</sup> An dieser Stelle verschwimmt die Definitions-Grenze zwischen Datenvisualisierung (siehe Abschnitt xyz) und AR/VR, da natürlich auch die virtuelle Realität als Technik der Datenvisualisierung verstanden werden kann.

Als Wissen transferierende Technologie ist das Schaffen von virtuellen Welten beispiellos. Die anschauliche Darstellungsweise, die bis zum vollständigen Eintauchen in die Lernthematik reicht, spricht den Nutzer in vielen emotionalen Dimensionen an. Es wird ein nachhaltiges Erlebnis geschaffen, das Erkenntnisse und Informationen tief verankert und langanhaltend beeindruckt. Die Möglichkeit, Welten orts- und zeitungebunden entstehen zu lassen, ist großartig. Es ist beeindruckend, physikalische Gesetze auszuhebeln und somit ungeahnte Eindrücke zu erschaffen – sei es ein Blick in die Vergangenheit, eine Reise zu fremden Sternen oder die Innenansicht des menschlichen Körpers. Natürlich sind diese Wissens- und Lerngebiete inhaltlich nicht neu, allerdings können sie nun durch moderne Technologien ganz anders erzählt werden. Damit ergibt sich auch eine neuartige Ansprache von Nutzern und Zielgruppen, die bisher eher desinteressiert waren. Denn mit modernen, zeitgemäßen Angeboten haben Museen die Chance, Genres zu besetzen, für die sie bisher weniger bekannt waren - Entertainment und Unterhaltung. Der Einsatz zukunftsweisender Technologien kann in der Gesellschaft für Interesse und zusätzliche PR sorgen.

Wie die Ausführungen zeigen, sind die Augmented- und Virtual Reality Technologien sehr eng miteinander verwandt, wenn auch in ihrer Einflussnahme unterschiedlich. Andreas Butz und Antonio Krüger beschreiben die Unterscheidung von VR und AR folgendermaßen: *„Während die Virtual Reality versucht, die echte Realität mittels künstlicher Sinneseindrücke komplett zu ersetzen, werden bei Augmented Reality die künstlichen Sinneseindrücke nur zu den realen hinzugefügt.“*<sup>65</sup> (11)

Genau aus diesem Grund empfehle ich den vorwiegenden Einsatz von Augmented Reality im musealen Umfeld, um damit ein Gleichgewicht zu schaffen, das Altes bewahrt und dabei moderne Wissensvermittlung einsetzt.

Einen weiteren Unterscheidungsansatz der Virtuellen Technologien möchte ich anhand der Nah- und Fern-Debatte im folgenden Abschnitt führen. Auch dabei komme ich zu dem Ergebnis, dass im musealen Umfeld die Augmented Reality geeigneter ist.

---

<sup>65</sup> **Andreas Butz, Antonio Krüger.** *Mensch-Maschine-Interaktion. s.l. : Walter de Gruyter GmbH, 2017. ISBN 978-3-11-047636-1, S. 233*

#### 4.4. Die Nah- und Fern- Debatte, eine weiterer Implementierungsunterschied der beiden Trend-Technologien „Augmented- und Virtual Reality“

Neben der Unterscheidung von Virtual- und Augmented Reality auf technologischer Basis, scheint eine Einordnung nach dem Nutzungsort ebenfalls sinnvoll. Da der Einsatz der Augmented Reality von der Nähe zu dem ergänzenden Objekt abhängt. So könnte Virtuelle Realität die Technologie des Fern-Abrufes darstellen.

Eine Nutzung von Virtual Reality unabhängig vom eigenen Standort, ermöglicht ideale technische Voraussetzungen. Dabei gehe ich vorerst von einem privaten Einsatz aus, die eine ausreichende Geräteverfügbarkeit bedingt. Gut ausgestattete Hardware und ausreichend zeitliche Ressourcen für eine Auseinandersetzung mit den thematischen Inhalten wären ebenfalls gegeben. Museen könnten diese Voraussetzungen nutzen, um Besuchsvorbereitungen anzubieten, wie beispielsweise erste räumliche Einblicke mit Rundgängen und erklärenden Einleitungen. Oder für tieferegehende Informationen und detailliertere Auseinandersetzung mit Ausstellungsstücken sowie eine Nachbereitung von Museumsbesuchen. Auch als gänzlicher Ersatz des Museums- oder Ausstellungsbesuches wäre der Virtual Reality-Ansatz denkbar.

Ein weiterer Gedanke der Fern-Nutzung im Rahmen der Virtuell-Reality ist das Erschaffen unrealer Orte ungeachtet des eigenen Standortes. Es können vergangene Zeiten und unerreichbare Orte von überall aus besucht werden. So wird die selbstgesteuerte Reise durch eine Raumstation, die Teilnahme an historischen Ereignissen oder der Vulkanausbruch von jedem gewünschten Ort aus erfahrbar. Durch den Perspektivwechsel können Inhalte, Ereignisse und Phänomene besonders real wahrgenommen und erlebt werden. Der Akteur bestimmt selbst, wie, wann, wo und wie lange er sich in diese Situation begeben möchte (vgl. (60)).

Augmented Reality dagegen ist viel enger mit dem Einsatzort verbunden, da die Überlagerung/Ergänzung der Realität mit dem Virtuellen die Basis dieser Technologie darstellt. Für den musealen Einsatz birgt dies die Möglichkeit, den Vorteil von Augmented Reality zu nutzen, der in dem Bewahren des Ursprünglichen, erweitert um augmentierte Inhalte besteht. Dabei können diese Inhalte unterschiedlichster Natur sein. Sie können eine Wissenserweiterung darstellen, tieferegehende Informationen liefern oder visuell ein besseres Verständnis fördern.



Ein weiterer Vorteil der Augmented Reality Technologie im musealen Umfeld besteht in der nur teilweisen Immersion des Nutzers. Da keine komplette Abkopplung zur Realität stattfindet, können Augmented Reality-Angebote ergänzend eingesetzt werden. Ein Museumsbesuch zu zweit oder in Gruppen wird nicht gestört, da eine gemeinsame Nutzung der Technologie möglich ist.

Zusammenfassend bieten beide Technologien die Möglichkeiten, ergänzende Informationen, komplexe Daten und immersive Erlebnisse spielerisch und dabei hautnah anzubieten. Der Einsatz im musealen Umfeld sollte daher außer Frage stehen. Die tiefgreifenden Sinneserfahrungen und die damit geschaffene Situation der intensiven thematischen Auseinandersetzung ermöglichen neue Wege für die musealen Narrationen, des Verständnisses sowie der Motivation von Besuchern, auch für bisher unpopuläre Themengebiete. Die Aktivierung neuer Konsumentengruppen für museale Thematiken ist dabei inbegriffen.

## 4.5. Herausforderungen bei der Erstellung und Implementierung von musealen Mixed Reality Installationen

Neben den VR- und AR spezifischen Aspekten der Implementierung gibt es weitere Bedingungen für eine erfolgreiche Mixed Reality Installation zu berücksichtigen. Diese sind vielfältig und abhängig von der Institution. Die verbreitetste Herausforderung bei der Erstellung von musealen Präsentationsangeboten ist finanzieller Natur. Da die Finanzierung oftmals nur auf Projektbasis beruht und in öffentlicher Hand liegt, ist eine langfristige Planung inklusive personeller Ressourcen sehr schwer. Auch strukturelle Bedingungen beeinflussen die Etablierung von neuen Technologien. Ein museales Kollegium, das Neuerungen skeptisch gegenübersteht, fördert den Einsatz von modernen Präsentationsarten nur unzureichend. Häufig ist nur wenig technisches Know-how vorhanden oder müsste wiederum kostenintensiv eingekauft werden. Ebenfalls zu berücksichtigen sind die menschlichen und sozialen Faktoren der Besucher: Wie können beispielsweise die Besucher zur Nutzung der neuen Angebote animiert werden, wie können Installationen aufgebaut sein, die durch Einzel- aber auch Gruppenbesucher genutzt werden können oder auch die Thematik der möglichen Überforderung der Besucher ist zu bedenken. Dies sind nur einige von vielen Hürden bei der Implementierung.

Die zusätzlichen technischen Herausforderungen hat Jens-Martin Loebel in seinem Bericht über die „Interaktion mit multimedialen Artefakten im Museumskontext“ (61) beschrieben. Er geht davon aus, dass bei der Installation von Interaktionsangeboten Hardware wie Software Aspekte berücksichtigt werden müssen. Bei seiner Ausarbeitung geht es um die digitale Erschließung historischer Computerspiele im musealen Kontext. Viele seiner daraus gewonnenen Erkenntnisse und gezogenen Schlüsse haben allgemeine Gültigkeit.

So gibt er, bezogen auf die Hardware-Komponenten zur musealen Nutzung durch Besucher, folgende Voraussetzungen an:

- Es sollte darauf geachtet werden, dass die technischen Teile einfach gewartet und ausgetauscht werden können. Dabei ist die Haltbarkeit der Hardware, die für eine Dauerbenutzung ausgelegt sein sollte, sehr wichtig.
- Die verwendeten Hardwareschnittstellen bzw. Steuerungssysteme wie Joypads müssen für eine sehr heterogene Nutzergruppe handhabbar sein.
- Auch auf ortsbedingte Anforderungen muss geachtet werden. Es sollte genügend Platz zur Verfügung stehen, insbesondere im Hinblick auf die verschiedenen Interaktions-Radien (Display-, Interaction-, Potential Interaction-, Gap-, Social-, Comfort- und Activation Space (62)).

- Ebenfalls die unterschiedlichen Interaktionsarten müssen berücksichtigt werden (Time- oder Space Multiplexing, Mayor Mode (63)).
- Weiterhin sind mögliche Geräuscentwicklungen und eine Abfuhr für erzeugte Wärme zu beachten.

Ein weiteres komplexes Themengebiet ist die Erstellung von geeigneter Software, das an dieser Stelle nur kurz angerissen werden kann. Hiermit ergänze ich die vorausgegangenen Beschreibungen der Augmented- und Virtual Reality und beziehe mich ebenfalls auf die Erkenntnisse von Jens-Martin Loebel (61). Er beschreibt folgende Aspekte seien zu berücksichtigen:

- Die Skalierbarkeit des Systems sollte gegeben sein.
- Die Nutzung sämtlicher Komponenten über mehrere Generationen der Computertechnik ist wünschenswert.
- Ein hoher Grad an Usability und Handhabbarkeit stellt eine Nutzungsvoraussetzung dar.
- Eine individuelle „Anlernphase“ ist bei der hohen Nutzerfrequenz kaum möglich, darauf muss geachtet werden.
- Das System sollte durch geeignete Lösungen für alle Besucher im gleichen Ausgangszustand anzutreffen sein (Bsp. durch zeitbasierte Limitierung, selbst gewählten Abbruch oder Beendigung aufgrund der Aufgabenerfüllung).
- Die Inhalte sollten intuitiv gestaltet sein und auf allgemeingültigen Symbolen basieren.

Wie anfänglich beschrieben, werden sich neben den technischen Aspekten weitere Themen ergeben, die bei der Etablierung von interaktiven Präsentationsangeboten berücksichtigt werden müssen. Auch sollte stets daran gedacht werden, dass die Mixed Reality Angebote für den Besucher jeweils ein erstmaliges Erlebnis darstellen. Daher sollte die Hemmschwelle zum Verständnis und der gewünschten Interaktion so gering wie möglich gehalten werden.

## 5. Museale Mixed Reality Narration am konzeptionellen Beispiel

Wie die bisherigen Ausführungen verdeutlichen, ist ein medialer und kultureller Wandel unumstritten. Das klassische Sender-Empfänger Modell nach Claude E. Shannon und Warren Weaver<sup>66</sup>, das viele Jahrzehnte als Basis der musealen Vermittlungsstrategien diente, ist überholt. Wie Michael Mangold in seinem Aufsatz über digitales Storytelling in Museen beschreibt: *„So standen noch vor relativ wenigen Jahren den traditionellen Museumskonzepten zumeist ebenso traditionsorientierte, durch weitgehend passive Mediennutzung geprägte Erwartungen gegenüber. Doch geriet diese Balance bereits mit der Verankerung des Internet als festem Bestandteil der medialen Alltagskultur ins Wanken...“*<sup>67</sup> (64)

Die heutige Gesellschaft lebt mit digitalen Komponenten, ist verwachsen mit ihrem Smartphone und konsumiert Inhalte und Medien über eine Vielzahl von Devices und Bildschirmen. Erwartet werden Informationen, die jederzeit verfügbar sowie kurz und kompakt gestaltet sind. Wünschenswerterweise sind diese „leicht bekömmlich“ aufbereitet und werden personalisiert angeboten. Interaktionsmöglichkeiten animieren dabei zur Nutzung und erhöhen die Auseinandersetzung mit dem Thema. Der Mediennutzer geht von einem beständigen Mitspracherecht und eigener Einflussnahme aus, welches sich in den Likes und Kommentaren auf den diversen Social Media Plattformen oder selbst kuratiertem Content widerspiegelt. Um diesen veränderten Erwartungen gerecht zu werden, ist der Einsatz zeitgemäßer Technologien auch in Museen und Ausstellungen unumgänglich. Mit Angeboten, die an die Handlungsgewohnheiten angepasst sind und den Besucher als aktiven Kommunikationspartner einbinden, kann das aktuell bestehende Ungleichgewicht zwischen Erwartung und Angebot ausgeglichen werden.

Im folgenden Kapitel beschreibe ich eine mögliche Implementierung im musealen Umfeld des Präsentierens und Vermittelns. Damit nähere ich mich weiter der anfänglichen Frage „Welche Art der Mixed Reality Technologie stellt eine zeitgemäße Vermittlungsstrategie von musealen Inhalten dar?“. Dabei handelt es sich um ein Konzept, welches Interpretations- und Ergänzungsspielräume zulässt.

---

<sup>66</sup> Wikipedia: „Das Sender-Empfänger-Modell ist ein klassisches Kommunikationsmodell. Es wurde in den 40er Jahren von Claude E. Shannon und Warren Weaver entwickelt und ist daher auch unter dem Namen Shannon-Weaver-Modell bekannt. Es handelt sich um ein binäres mathematisches Modell mit dem Ziel der Optimierung der Kommunikation im nachrichtentechnischen Sinn als Austausch von Informationen zwischen zwei Systemen, dem Sender und dem Empfänger.“ (Abruf: 09.04.18, <https://de.wikipedia.org/wiki/Sender-Empf%C3%A4nger-Modell>)

<sup>67</sup> **Mangold, Michael.** *Bildung, Wissen, Narrativität. Wissensvermittlung durch Digital Storytelling nicht nur für Museen.* Baden-Baden : Nomos Verlagsgesellschaft, 2007. [https://www.lmz-bw.de/fileadmin/user\\_upload/Medienbildung\\_MCO/fileadmin/bibliothek/mangold\\_web/mangold\\_bildung.pdf](https://www.lmz-bw.de/fileadmin/user_upload/Medienbildung_MCO/fileadmin/bibliothek/mangold_web/mangold_bildung.pdf), S.2

## 5.1. Nutzung von modernen Mobile-Web-Technologien

Um dem Museumsbesucher ein allumfassendes, leicht nutzbares Besucher-Erlebnis zu ermöglichen, ist ein nahtloser, Single-Source Device Einsatz empfehlenswert. Alle Services, Angebote und ergänzende Informationen sollte der Besucher aus einer Hand erhalten. Diese Aufgaben wird das mitgeführte Smartphone des Besuchers übernehmen - kein Umgewöhnen, keine Anlernphase zum Umgang mit der Hardware und geringe Skepsis der Besucher.

Bisher wäre nun die Schlussfolgerung gewesen, eine Service-App zu programmieren. Die wiederum den Nachteil mitbringt, relativ teuer, vielfach ungenutzt und schnell veraltet zu sein. Doch die neuste mobile Technologie – Progressive Web App (PWA) benötigt kein separates App-Umfeld mehr, um facettenreiche und nutzerfreundliche Anwendungen für das Smartphone anzubieten. PWA ermöglicht, ein großes Leistungsspektrum web- und browserbasiert darzustellen, das bisher dem App-Einsatz vorbehalten war. Daher empfiehlt sich, die Progressive Web App Technik für den musealen Einsatz mit multimedialen und Mixed Reality Einbindungsmöglichkeiten zu nutzen.

Die Fokusgruppe Mobile des BVDW<sup>68</sup> beschreibt die Progressive Web App Technologie wie folgt: *„Funktionalitäten, die eine Interaktion mit dem Betriebssystem von Smartphones erfordern, blieben lange Native Apps vorbehalten und werden jetzt erst auch für mobile Webseiten ermöglicht. Damit können Werbetreibende und Publisher heute mobile Seiten auf das Engagement Niveau von Apps heben, schnelle Ladezeiten erzielen, das Nutzerengagement steigern...“*<sup>69</sup> (65).

Es empfiehlt sich, die Progressive Web App Technik für den musealen Einsatz mit multimedialen und Mixed Reality Einbindungsmöglichkeiten zu nutzen.

Weiter beschreibt der BVDW in seiner Ausarbeitung „Moderne Mobile-Web-Technologien“ (65) die Vorteile der PWA Technologie folgendermaßen:

- **Stabile Performance:** Es wird ein unmittelbares Laden von Informationen ermöglicht, auch unter schlechten Netzwerkbedingungen. Der clientseitige JavaScript-Proxy gestattet es, bestimmte Inhalte zu cachen und schnell abzurufen. Somit umgeht die PWA die Abhängigkeit gewöhnlicher Seiten von Netzwerken und macht Daten, Produkte und Bilder dem Nutzer auch offline verfügbar.

---

<sup>68</sup> Bundesverband Digitale Wirtschaft e.V.

<sup>69</sup> **Bundesverband Digitale Wirtschaft e.V.** *Moderne Mobile-Web-Technologien*. Düsseldorf : s.n., 2018.  
[https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW\\_LF\\_Mobile\\_web\\_20180409\\_01.pdf](https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW_LF_Mobile_web_20180409_01.pdf). S. 8 & S. 21

- Schnelle Interaktions- und Ladezeit: Eine zügige und intuitive Interaktion mit der Seite ist essenziell für den Nutzer und zeigt sich vor allem im reibungslosen Scrollen der Seite und in der gleichmäßigen Animation.
- Engaging: Gemäß einer App-nahen Nutzererfahrung bieten der Service Worker und das Web App, Entwicklern vielfältige Optionen, um das Nutzerengagement im mobilen Web zu steigern und das Erscheinungsbild einer PWA zu gestalten:
  - Nutzer können eine PWA auf dem Home Screen ihres Smartphones installieren, ohne einen Appstore aufzusuchen.
  - Wiederkehrende Besuche können über das Home Screen-Symbol geführt werden, welches eine Darstellung im Vollbildmodus des Browserfenster ermöglicht. Für den Nutzer verschwinden also die Browserleiste und die URL, was bis dato als Erkennungszeichen einer Website galt.
  - User haben die Möglichkeit, einzelne PWAs für Push-Nachrichten freizuschalten, um Inhalte und Informationen zu erhalten.

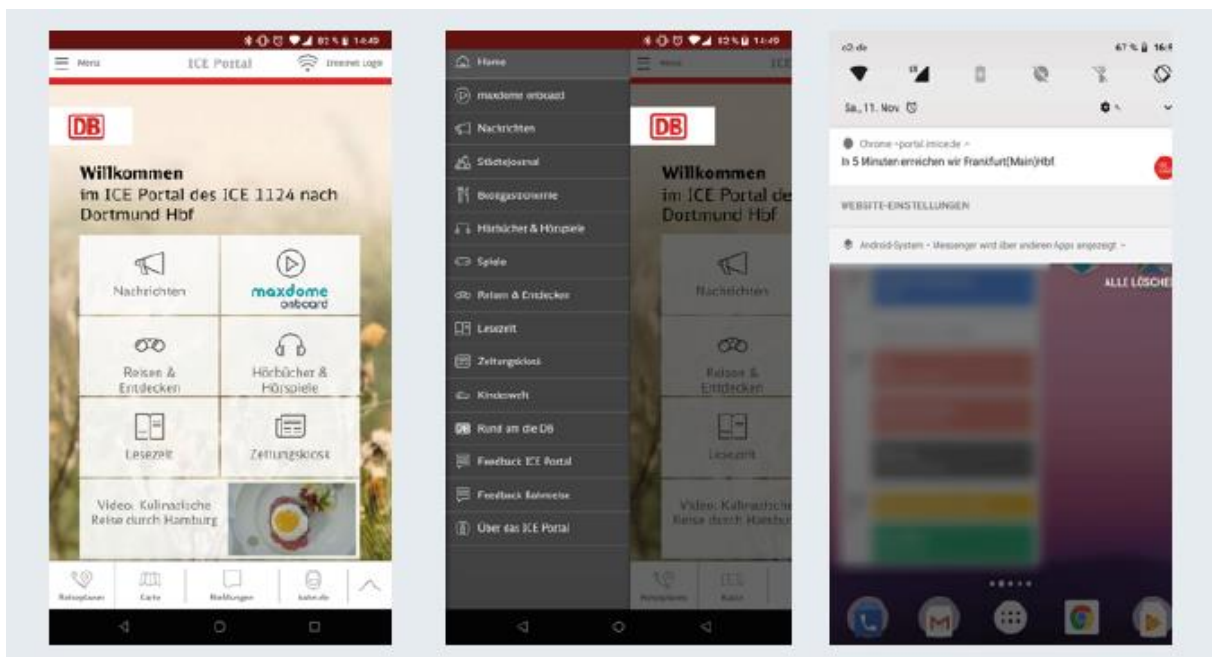
Bereits in vielen Wirtschaftsbereichen findet die Progressive Web App Technologie bei der direkten Konsumentenansprache Verwendung. So beschreibt Thorsten Schapmann, Head of Digital Marketing Nivea Deutschland die Gründe für ihren PWA Einsatz, folgendermaßen:

*„Wir möchten alle mobilen nivea.de-Nutzer mit einem einfachen Zugang zu unseren mobilen Services versorgen können. Mehr als die Hälfte der Nutzer greifen bereits mobil auf die Nivea-Website zu. Die neue Web-App bietet den Verbrauchern alle wichtigen Funktionen einer nativen App, wie beispielsweise Push-Nachrichten, Integration auf dem Homescreen, Offline-Nutzung, Verknüpfung mit Kamera-Funktionen für einen einfachen Kassenbon-Upload, sowie eine generell auf mobile Nutzung ausgelegtes Nutzer-Erlebnis und intuitive Navigation. Darüber hinaus bietet die PWA zusätzliche Features, wie kürzere Ladezeiten, direkte Aktualisierung der Inhalte und die Integration von Web Payment [...] Wir bieten unseren Verbrauchern damit eine innovative und nahtlose User Experience [...]“<sup>70</sup> (66).*

---

<sup>70</sup> **Beiersdorf AG.** *beiersdorf.de.* [Online] 18. 05 2017. [Zitat vom: 06. 08 2018.] <https://www.beiersdorf.de/presse/pressemitteilungen/alle-pressemitteilungen/2017/05/18-next-generation-web-google-presentiert-mobile-app-innovation-von-nivea>

Ein weiteres deutsches Unternehmen, die Deutsche Bahn, nutzt ebenfalls die Vorteile der Progressive Web App Technologie. Das in Fernzügen verfügbare Info- und Entertainment-Angebot „ICE Portal“ (Abb. 26) beruht auf dieser Technik. Wie in dem Bericht des BVDW (65) geschildert wird, stand bei der Weiterentwicklung der bereits bestehenden mobilen Website zur PWA nicht nur die schnellere Ladezeit im Fokus. Besonders die Offline-Fähigkeit sowie die Integration von Push Nachrichten, wie beispielsweise Hinweise zum Um- oder Aussteigen, waren ein wichtiger Aspekt.



**Abbildung. 26 - Info- und Entertainment Portal der Deutschen Bahn**

[https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW\\_LF\\_Mobile\\_web\\_20180409\\_01.pdf](https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW_LF_Mobile_web_20180409_01.pdf)  
(12.04.2018)

Der beschriebene Leistungsumfang der Progressive Web App Technologie entspricht den Anforderungen im musealen Einsatz und bildet damit die technische Basis des folgenden digitalen Konzeptes.

Doch bevor ich dieses detailliert beschreiben werde, möchte ich im nächsten Abschnitt begründen, warum ich die Entwicklung und den Einsatz einer individuell zugeschnittenen Museums-App nicht empfehle.

### 5.1.1. Warum keine App Entwicklung?

Viele Museen und Ausstellungen bieten ihren Besuchern aufwendig erstellte Apps mit einer großen Anzahl an Features. Doch wie agil können diese Apps sein, die oft auf Projekt-Basis entstehen? Steht der finanzielle und personelle Aufwand zur Erstellung der App im Verhältnis zu den Nutzer- und Downloadzahlen? Ich befürchte nicht. Wie eine aktuelle Studie des Carnegie Museen Pittsburgh (67) zeigt, haben 93% der befragten Besucher ein Smartphone dabei, allerdings nur drei der Befragten (von 324 Personen) die Museum eigene App installiert. Vielmehr wurden während des Besuches Angebote wie Snapchat, Twitter, Instagram oder Facebook genutzt.

Betrachtet man den internationalen App-Markt, so zeigt die ebenfalls gerade erschienene Studie „Mobile Benchmarks 2018“ von adjust (68), das ca. 75% der Nutzer eine erworbene App nach dem ersten Tag nicht mehr öffnen und nach 30 Tagen sind lediglich 10% der Nutzer noch aktiv. Dieser Lebenszyklus kann auch auf Kultur- und Museums-Apps übertragen werden.

Neben der Schiefelage bzgl. des Kosten-Nutzen-Verhältnisses bei der App Entwicklung, sehe ich weitere Vorteile im Einsatz von mobilen Web-basierten Technologien:

- Anders als bei der App-Nutzung, benötigt die Progressive Web App Technologie keinen vorausgegangenen Download des Angebotes. Die „Download-Hürde“ fällt weg, kein externer App-Store Besuch ist nötig, auch kein Passwort oder sonstiges Zeitinvest.
- Da keine externen Inhalte auf das eigene Mobil heruntergeladen werden müssen, bestehen bei den Usern geringere Sicherheitsbedenken.
- Durch die Web-basierte Ausspielung wird weniger Speicherkapazitäten benötigt.
- Die PWA-Technologie ermöglicht eine Anmutung und Funktionsweisen, die einer App-Umgebung gleichwertig ist.
- Aufgrund des programmatischen Aufbaus sind flexiblere Reaktionsmöglichkeiten auf technologische und inhaltliche Veränderungen möglich.
- Der browserbasierte PWA-Aufbau stellt eine zeitgemäße Technologie dar.



## 5.2. Museale Mixed Reality Narration am konzeptionellen Beispiel - „One for All“

Der Museumsbesucher erwartet in Ausstellungsräumen zeitgemäße Darstellungen und Präsentationen der Inhalte. Es werden Services und Orientierung gesucht sowie inspirierende und unterhaltsame Momente gewünscht. Das folgende Konzept beruht auf dem Grundgedanken, dass alle musealen Angebote – unabhängig ob allgemeiner Natur, Servicebezogen oder auf Exponat Ebene spezialisiert - auf einer Plattform gebündelt werden. Damit wird dem Besucher ein nutzerfreundlicher, intuitiver und teilweise auch personenindividuell angepasster Museumsbesuch angeboten.

### 5.2.1. Hard- und Software

Den Hardware-Mittelpunkt - das Main-Device wird das mitgeführte Handy der Museumsbesucher sein und alle folgenden Anwendungen ausführen. Wie in den vorangehenden Kapiteln detailliert beschrieben, ist das Smartphone Teil unseres Alltags und unsere beständigen Begleiter, so auch der Museumsbesucher. Mit diesem Ansatz möchte ich die Potenziale des Smartphones umfassend ausnutzen. Die Handhabung des eigenen Handys ist gelernt und es bedarf keiner zusätzlichen Anlernphase. Die verbaute Technologie bietet eine Vielzahl an multimedialen Möglichkeiten für den musealen Einsatz.

Sollte es tatsächlich Besucher ohne Smartphone geben, so werden Leihgeräte angeboten. Ladegeräte und Power-Banks werden den Besuchern ebenfalls zur Verfügung gestellt, ebenso wie koppelbare (Bluetooth) Kopfhörer.

Auch wenn diese Grundausstattung eine anfängliche Investition bedeuten mag, ist dies finanziell weniger aufwendig, als das gesamte Museum mit eigener Hardware auszustatten. Diese müsste skalierbar zu den Besucherzahlen sein, permanent gewartet werden und in ihrer Handhabung schnell lernbar. Eine weitere Voraussetzung ist ein kostenfreier W-LAN Zugang, der ohne größere Hürden für die Besucher zugänglich gemacht wird. Ein Hinweis auf ein aktiviertes Bluetooth sowie eine Erklärung zur Nutzung von QR Codes sollte präsent und leicht verständlich angebracht sein.

Die inhaltliche Basis bildet die Museums-Homepage. Diese ist gut strukturiert und benutzerfreundlich angelegt. Die Seite beruht auf der bereits beschriebenen PWA Technologie (Kapitel 5.1.).

Dabei entspricht der generelle Homepage-Aufbau den aktuellen Standards bei Navigation, Performance, Zugangs- und Anpassungsfähigkeit (responsive Design). Welche Inhalte und Interaktionselemente die Homepage anbietet, beschreibe ich im folgenden Kapitel detailliert.

In der weiteren Beschreibung werde ich hypothetisch davon ausgehen, ein archäologisches Museum bei der Entwicklung eines mobilen Angebotes beratend zu unterstützen. Die Maßnahmen, Integrationen und Empfehlungen basieren auf diesem Terminus.

Die bereits in Kapitel 3.2. beschriebenen, zu berücksichtigenden Aspekte einer zeitgemäßen musealen Präsentation, fließen natürlich in alle folgenden Konzept-Elemente mit ein:

- Integration von Edutainment- und Interaktionselementen,
- Visualisierung komplexer Sachverhalte,
- benutzerspezifische Angebote und
- intuitive Handhabung.

### 5.2.2. Detaillierte Beschreibung der inhaltlichen Konzept-Bestandteile

Das „One for All“ Konzept beinhaltet ein breites Spektrum an Mixed Reality Angeboten. Diese werde ich im folgenden Kapitel detailliert beschreiben. Für eine bessere Übersichtlichkeit, sind in folgender Abbildung 27 diese Elemente sowie deren Abhängigkeiten, Ergänzungen und Beziehungen zueinander visuell dargestellt.

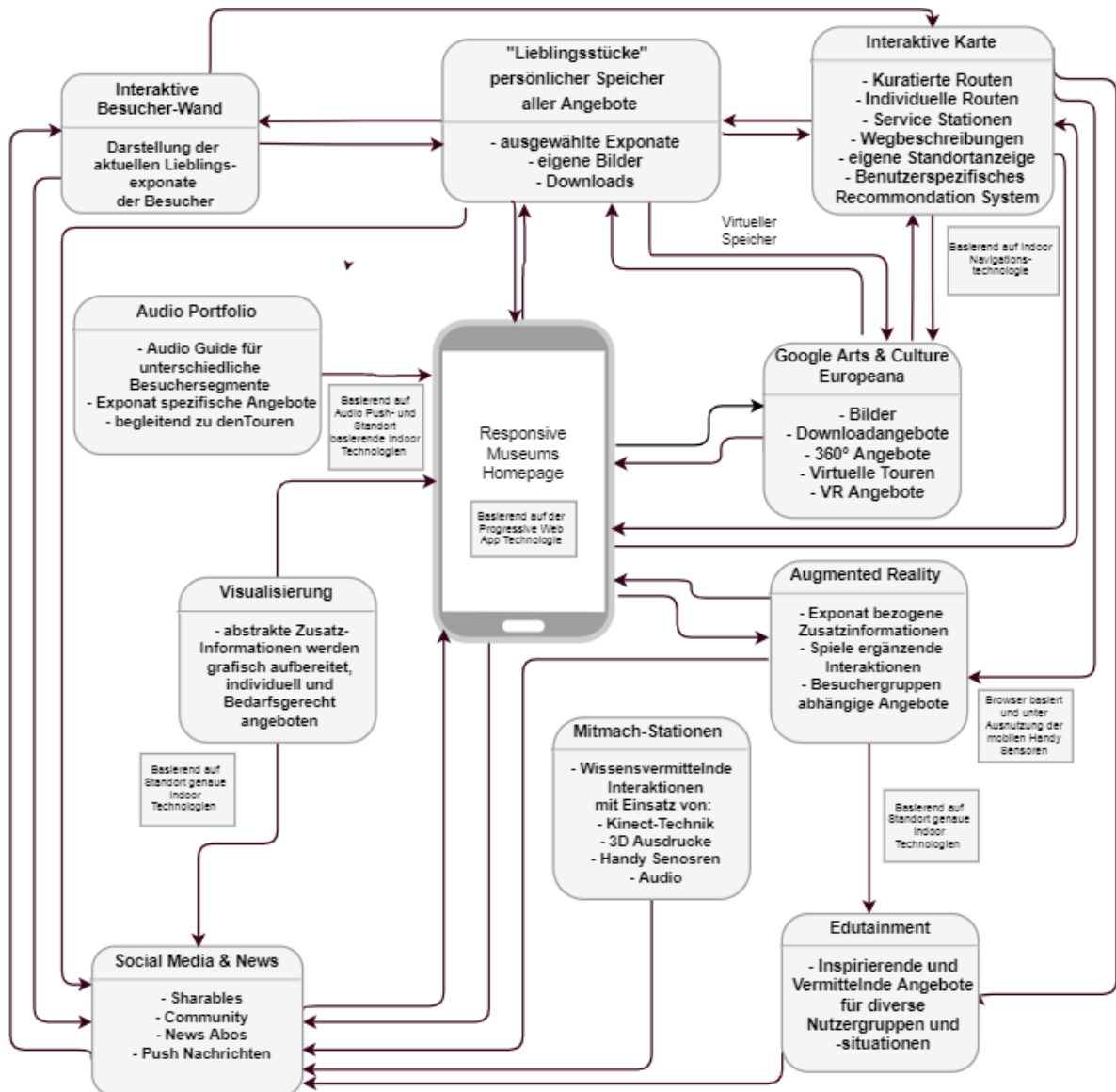


Abbildung 27 – Inhaltliche Bestandteile des „One for All“ Konzeptes

### 5.2.3. Orientieren & Touren

Basierend auf den Möglichkeiten des standortgenauen Indoor-Trackings wie IBeacon oder W-LAN Technologien bieten wir den Besuchern anhand einer zoombaren Museums-Karte flächen-deckend und zu jeder Zeit Orientierung. Diese interaktive Übersicht ist eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Faltkarten aus Papier, die nicht nur schwer lesbar, sondern meist auch sehr unübersichtlich sind.


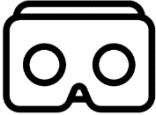




Der Besucher hat durch diese interaktive Karte folgende Möglichkeiten:

- Er kann jederzeit seinen persönlichen Standort sehen.
- Anhand vorkuratierter Routen durch das Museum geführt werden.
- Die Routen der angebotenen AR-Games und der Audio-Guide Touren sind dargestellt und abrufbar.
- Auch individuelle Routen können kreiert werden. Beispielsweise anhand vorab selbst ausgewählter Exponate auf der Homepage, durch die Eingabe von Stichworten und Namen oder inspiriert durch die interaktive Besucher-Wand.
- Ebenfalls personenindividuell sind Routenvorschläge oder auch Hinweise auf Werke in der Nähe, die anhand von Push Nachricht angeboten werden. Diese basieren auf einem Recommendation System, das auf den bereits besuchten Räumen und Exponaten beruht.
- In der Karte sind alle Räume und Werke mit ihren individuellen Gadgets (werden im weiteren Verlauf näher beschrieben) angegeben und einzeln auswählbar.  
Auch jedes zur Verfügung stehende Mixed Reality Angebot ist verzeichnet.
- Alle Service Stationen wie Toiletten, Gastronomie oder Shops sind enthalten und ansteuerbar.

Die Kartendarstellung findet in der gewohnten Google Maps Anmutung statt, die den Besuchern bekannt sein sollte und die Handhabung bereits gelernt. Dabei wird eine Interaktion zwischen den angebotenen musealen Services und dem Besucher angestrebt, die zum einen aus aktiver Nachfrage und aktiven Angeboten besteht (nähere Details und Unterscheidung zu impliziter und expliziter Interaktion siehe Kapitel 1.1.1.).

### 5.2.4. Symbolik

Damit der Besucher bei der Vielzahl an ergänzenden Angeboten die Orientierung nicht verliert, wird an jedem Exponat durch einheitliche Symbolik angezeigt, welche multimedialen Ergänzungen verfügbar sind. Optimal ist eine Bild-Erkennung per Icon - anhand der integrierten Bild-Erkennungssoftware des Handys wird das Mixed Reality Angebot erkannt und eine direkte Verlinkung zur Verfügung gestellt.

Angebot	Icon
Augmented Reality	
Virtual Reality	
Visualisierung komplexer Sachverhalte	
Audio	
Edutainment	
Download Angebot	



### 5.2.5. Augmented Reality

Kern-Technologie dieses begleitenden Museumsangebotes stellt die Augmented Reality dar.

Augmented Reality ist eine vor Ort einsetzbare Technik und daher eng mit den Exponaten und den Räumlichkeiten verbunden (nähere Details zur Nah- und Ferndebatte, Kapitel 4.4.).

Wir setzen diese Technologie Objekt-, Narration- und Edutainment basiert ein. Mithilfe ihrer Implementierung können die Exponate durch zusätzliche Inhalte erweitert, erklärt und ergänzt werden. Dies ersetzt die ursprünglichen Informationstafeln und stellt eine Erweiterung des vermittelbaren Wissen Spektrums dar. Mit dem Einsatz ermöglichen wir eine Interaktion zwischen Besucher und Ausstellungsstück durch Einbeziehung der technischen Sensoren des Smartphones (wie Kamera, Bewegungssensor u.v.m.).

*Wie bereits beschrieben, ist „das große Potenzial von AR-Anwendungen, die Ergänzung des Realen um virtuelle Inhalte. Ein museales Objekt kann in seiner realen Anmutung, mit allen Sinnen wahrgenommen werden. Die Augmentierte Realität ermöglicht dem Objekt zusätzlich eine ganz individuelle Kontextualisierung.“*

Das Augmented Reality-Angebot werden wir browserbasiert aufbauen. Auch wenn es dafür noch keine skalierbare Lösung gibt, bin ich zuversichtlich, dass sich dies zeitnah ändern wird. Der Technologiegigant Google arbeitet bereits an der massentauglichen Integration von Augmented Reality Funktionen in das Mobile- und Desktop-Web. Im google eigenen Blog wird beschrieben: *„In den nächsten Monaten wird es Hunderte von Millionen Android- und iOS-Geräten geben, die in der Lage sind, Augmented Reality-Erlebnisse zu bieten - das heißt, Sie können die Welt über Ihr Handy betrachten und digitale Objekte überall dort platzieren, wo Sie hinschauen [...] Um dies möglichst vielen Nutzern zugänglich zu machen, haben wir untersucht, wie man Augmented Reality auf die Webplattform bringen kann, damit irgendwann jeder mit einem Browser auf diese neue Technologie zugreifen kann.“*<sup>71</sup> (69) Die Google Entwickler Reza Ali und Josh Carpenter arbeiten aktuell an dem Prototyp „article“, welcher ermöglicht, ein 3D-Modell über den Browser (Desktop und Handy) zu betrachten.

---

<sup>71</sup> Google. Google Blog. [Online] 22. 01 2018. [Zitat vom: 05. 07 2018.]  
<https://www.blog.google/products/google-ar-vr/Augmented-Reality-web-everyone/>



## Augmented Reality-Games & Touren

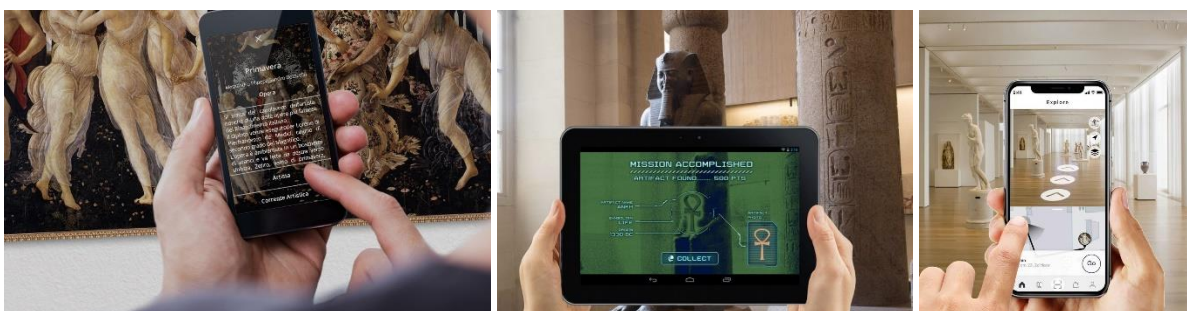
Augmented Reality-Spiele stellen einen weiteren Anreiz zur Wissensvermittlung dar, die sich an unterschiedliche Nutzergruppen (Kinder, Gruppen, Fachthemen) richten. Anhand des spielerischen Ansatzes können komplizierte Zusammenhänge, unvorstellbare Dimensionen oder surreale Orte nachvollziehbar verdeutlicht werden. Sei es bei einer Schatzsuche, die erst durch die AR Technik die Fundstücke in den Exponaten erscheinen lässt oder Aufgabenstellungen die mithilfe von AR Informationen gelöst werden können. Auch zur besseren Orientierung kann der Augmented Reality-Einsatz dienen. Besucher können anhand der digitalen Karte und Routen Ausspielung auf dem Display durch die Museumsräume geführt werden. Um sich ggf. ein spezielles Exponat anzusehen, um Service Einrichtungen zu erreichen oder kuratierten Touren zu folgen. Denn um Themengebiete bzw. Narrationen „Out of the box“ in den Museumsräumen zu kontextualisieren, empfehle ich eine auf Augmented Reality basierte Tour. Die Exponate werden um Informationen ergänzt bzw. in völlig neuer Reihenfolge zusammengestellt.

### Konkrete Augmented Reality Umsetzungen:

Augmented-Reality-Inhalte wie Video, Audio, Text und Details werden dem Besucher angeboten. Anhand von kamerabasiertem Tracking (siehe Kapitel 4.1.3.) kann die Handy Kamera das Exponat bzw. Bildmaterial erkennen und zusätzliche Informationen über den Künstler, die Ausgrabungsstätte, Herkunft, Werkstoff u.v.m. darstellen.

Themenspezifische Touren führen zu den entsprechenden Exponaten und werden anhand von Augmented Reality Elementen ein- und zugeordnet sowie um inhaltliche Aspekte ergänzt.

Ein nach Zielgruppen selektierbares Augmented Reality-Spiel begleitet den Besucher durch die Ausstellung. Dadurch wird die Themenwelt der Archäologie spielerisch nähergebracht und Wissen individuell vermittelt (ähnlich dem App basiertem Mobile-Spiel, welches im American Museum of Natural History den Besuchern die Welt der Mikroorganismen näherbringt, siehe Kapitel 3.3.5.).



**Abbildung 28 –Augmented Reality Einsatzmöglichkeiten**

<https://arvrjourney.com/augmented-reality-is-changing-the-museum-world-5-practical-examples-98f3a573e74>

### 5.2.6. Virtual Reality



Die Erweiterung der Realität durch Virtualität bietet dem Besucher immersive Erlebnisse und Zugang zu Informationen und Eindrücken, die ohne den Einsatz von Virtual Reality nicht oder nur sehr schwer vermittelbar wären. Gerade im archäologischen Themenfeld sind die ausgestellten Lebenswelten sehr weit von der eigenen Realität und Gegenwart entfernt. Durch die Technologische Unterstützung können sich die Besucher in frühere Zeiten, an nicht mehr existierende Orte oder zu vergangenen Ereignissen „beamen“ lassen.

Wie ich bereits ausführlich beschrieben habe, birgt die Erstellung von virtuellen Welten einen immensen Aufwand (siehe Kapitel 4.2.) und ich empfehle daher die Zusammenarbeit mit Google Arts & Culture, einem bereits etablierten Anbieter für Virtual Reality-Darstellungen mit ausgeprägtem, technischem Knowhow. Google Arts & Culture ist eine vom US-Konzern google LLC. (Alphabet Inc.) angebotene Plattform rund um das Thema Kunst und Kultur. Aufgrund kollaborativer Zusammenarbeit vieler Museen weltweit, ist ein Angebot entstanden, welches virtuelle Rundgänge durch eine Vielzahl von realen Museen und Ausstellungen weltweit ermöglicht. Aber auch rein digitale Sammlungen sind vertreten. Zudem wird eine große Anzahl von Kunstwerken dargestellt, die bis ins kleinste Detail betrachtet werden können. Ergänzt werden sie durch Sammlungen von 360-Grad-Virtual Reality-Aufnahmen und hochauflösenden 3D-Bilder mit Hintergrundinformationen. Diese Plattform ist dafür geschaffen, Kunstwerke darzustellen, Objekte um 360° Erlebnisse zu ergänzen und museale Räumlichkeiten für virtuelle Rundgänge aufzubereiten. Ebenfalls für den Einsatz spricht, mit diesem Schritt selbst Bestandteil dieser Plattform zu werden und dazu beizutragen, einer breiten Öffentlichkeit den Zugang zu Kunst und Kultur zu ermöglichen. Daher empfehle ich, diese bestehenden Strukturen zu nutzen.

Das Museum für Naturkunde Berlin nutzt diese Möglichkeit u.a., um ausgestorbene Tiere zum Leben zu erwecken. *"Die neue Plattform (Google Arts & Culture) wird hunderte und tausende an Schätzen das erste Mal für die wissenschaftliche Gemeinschaft und die Öffentlichkeit zugänglich machen",* so Prof. Johannes Vogel, Generaldirektor des Museums für Naturkunde Berlin. *"Diese Objekte stammen von den weltweit größten Expeditionen und wurden von den größten Forschern zusammengetragen – sie kommen nun erstmals auf einer gemeinsamen Plattform, an einem gemeinsamen Ort zusammen. Die Sammlungen stellen die größte Informationsquelle auf diesem Planeten dar. Die beteiligten Museen sehen das Projekt als ersten Schritt auf einer aufregend neuen Forschungsreise."*<sup>72</sup> (70)

---

<sup>72</sup> **Publik Marketing.** [Online] 13. 09 2016. [Zitat vom: 13. 06 2018.]  
<http://www.publicmarketing.eu/news/detail.php?rubric=News&nr=17891&PHPSESSID=0jb341lld9kcgspl3b10em4cm5>



Das Beispiel (Abb. 29) zeigt Ausschnitte der „Giraffatitan Dinosaurier“ Installation, welche mithilfe der Google Virtual Reality-Brille "Cardboard" oder als 360-Grad-YouTube-Video zu erkunden ist. Als ausspielende Video-Plattform wird Youtube genutzt.



**Abbildung 29 – Die „Giraffatitan Dinosaurier“ Installation des Museums für Naturkunde Berlin**  
<https://artsandculture.google.com/project/natural-history> (15.10.2019)

Ein weiteres Beispiel für die gelungene Integration der eigenen Inhalte auf der Plattform Google Arts and Culture stellt der virtuelle Rundgang durch das Archäologische Museum Hamburg dar:



<https://amh.de/digitales-angebot/google-art-project/> 13.06.18

### Konkrete Umsetzung:

Wir bieten virtuelle Rundgänge zur Erkundung des Museums auf der Homepage an - insbesondere zur Vorbereitung des Museumsbesuches oder auch als Alternative, wenn ein persönlicher Besuch nicht möglich ist.

Es gibt Detailbetrachtungen museumseigener Objekte in hochauflösender Qualität, auch hier wird ein eigenes Symbol am Exponat auf diese Möglichkeit hinweisen.

An ausgewählten Exponaten stehen Cardboards (siehe Kapitel 4.2.3.) zur Verfügung, in die das eigene Handy einglegt und das Exponat in einer virtuellen Welt betrachtet werden kann.

Über einen Link zu google Arts & Culture kann auf das museumseigene Angebot direkt zugegriffen werden. Bsp.: Die Ausstellung zeigt eines der ersten funktionsfähigen Speichenräder (ca. 1.300 n. Chr.). Durch den Einsatz von Virtual Reality-Technologie könnte das Rad an den damals üblichen hölzernen Karren gezeigt werden, ergänzt um die transportierten Waren und am Transport beteiligter Menschen.

Um nicht mehr existierende geschichtliche Schauplätze entdecken zu können, wird eine VR-Cave ((siehe Kapitel 4.2.3.)) angeboten, mit deren Hilfe beispielsweise ein nicht mehr existierender Ort (wie die Hammer Burg im Hamburg) besucht werden kann. Die Besucher können sich frei durch die neu geschaffene und durch Tracking Verfahren unterstützte Welt bewegen. Wenn dann noch ergänzende Audio Sequenzen eingespielt werden (Marktgeräusche, das Rumpeln von Pferdewagen oder Kindergeplauder), ist das Erlebnis allumfassend immersiv.



### 5.2.7. Bilder, Zoom & Download

Alternativ und/oder ergänzend zu Google Arts & Culture steht Europeana als Bild- und Videodatenbank zur Verfügung. Dies ist „eine virtuelle Bibliothek, die einer breiten Öffentlichkeit das wissenschaftliche und kulturelle Erbe Europas von der Vor- und Frühgeschichte bis in die Gegenwart in Form von Bild-, Text-, Ton- und Video-Dateien zugänglich machen soll. Als nationalen Aggregator, der Beiträge aus Deutschland liefert, beschloss die Bundesregierung am 2. Dezember 2009 die Deutsche Digitale Bibliothek (DDB) zu schaffen.“<sup>73</sup> (71)

Europeana ist ebenfalls eine Plattform, die Content vieler beteiligter Kunst- und Kultureinrichtungen sammelt und der breiten Öffentlichkeit anbietet. Das Besondere an dieser Plattform ist die Möglichkeit, alle verfügbaren Bilder und Aufnahmen herunterzuladen, wobei jedes Bild mit einer Angabe zum Urheber und zur möglichen Weiterverwendung versehen ist (Abb. 30).

#### Konkrete Umsetzung:

Einbindung von Europeana auf der Museums-Homepage sowie in den Räumlichkeiten.

Ein direkter Link zwischen Ausstellungstück und der Plattform anhand von Bilderkennung oder per QR-Code ermöglicht dem Besucher, Bilder bzw. Kunstwerke hochauflösend in seine eigene Bilderdatenbank abzulegen, sie in sozialen Netzwerken zu teilen oder sie als „Lieblingsstücke“ (innerhalb der musealen Homepage) zur Weiterverwendung virtuell abzulegen.

Auf diese Weise können besuchergenerierte Collagen entstehen, auf der die tagesaktuellen „Lieblingsstücke“ der Besucher gezeigt werden. Diese Zusammenstellung wird auf der Homepage integriert und präsent innerhalb der Museums-Räumlichkeiten über eine Video-Bilder-Wand (siehe folgende Beschreibung) dargestellt.

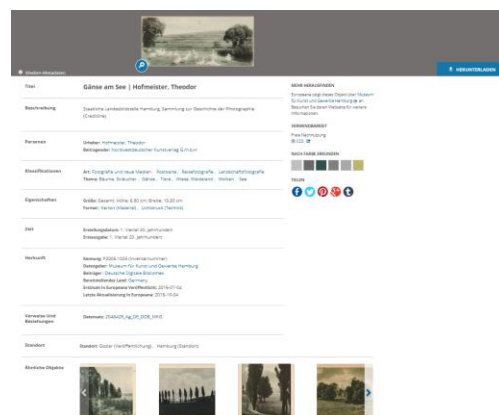


Abbildung 30 – „Gänse am See“ von Theodor Hofmeister

[https://www.europeana.eu/portal/de/record/2048429/item\\_XCMY2TUBFODGRFHIWIOJFZU6CXPEA7VM.html?q=Hamburg](https://www.europeana.eu/portal/de/record/2048429/item_XCMY2TUBFODGRFHIWIOJFZU6CXPEA7VM.html?q=Hamburg) (13.06.18)

<sup>73</sup> **Wikipedia.** [Online] [Zitat vom: 13. 06 18.] <https://de.wikipedia.org/wiki/Europeana>. GND: 7666785-6.

### 5.2.8. Besucher-Wand

Diese virtuelle Wand lebt von der Beteiligung und Interaktion der Museums-Besucher.

Diese können Ausstellungsstücke digital markieren – zum einen durch die Auswahl innerhalb der digitalen „Bibliothek“, die alle Objekte einzeln auflistet und darstellt (markierte Exponate werden innerhalb der Bibliothek für einen persönlich sichtbar hervorgehoben).

Zum anderen kann vor Ort durch eine Bild-Erkennungs-Technologie das Exponat digital gekennzeichnet werden. Durch die Markierung gelangen diese „Lieblingsstücke“ auf eine gemeinsam generierte Besucher-Wand. Diese Übersicht ist innerhalb des Museums auf einem großen Screen dargestellt. Dadurch können alle Besucher auf (noch) ungesehene Objekte aufmerksam gemacht werden und Exponate gezielt für ihren Besuch auswählen. Diese Auswahl kann über eine persönliche Favoritenliste verwaltet werden. Anhand der persönlichen Favoritenliste wird ein Recommendation System aufgebaut, das dem Besucher weitere für sie persönlich interessante Exponate anzeigt und darauf basierende Touren anbietet.

Ähnlich wie bei dem Cleveland Museum (Kapitel 3.3.4.) soll diese Wall das Herzstück des Museums darstellen und zur Inspiration, zum Austausch und zum Erkunden anregen.



**Abbildung 31 – ArtLens Wall, im Cleveland Museum**

<http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-wall> (12.05.2018)



## 5.2.9. Visualisierung komplexer Sachverhalte

Zum leichteren Verständnis abstrakter Sachverhalte oder großer Datenmengen, werden diese Informationen objektbezogen auf dem Handy-Bildschirm (auch als Augmented Reality) visualisiert. So können die Informationen einfach, effizient, präzise und aussagekräftig zur Verfügung gestellt werden. Ebenfalls werden für einzelne Exponate Interessenbezogene Visualisierungen angeboten.

Beispielsweise wurde für die Ausstellung „Arbeit. Sinn und Sorge“ am Dresdner Hygiene Museum eine Vielzahl an statistischem Material visuell aufbereitet und in einem „Statistikband“ für die Besucher zugänglich gemacht. Zusätzlich gab es integrierte Projektionsflächen, an denen die Besucher eigenhändig Parameter ändern konnten, um die Datenanzeige auf das persönliche Interesse anzupassen. Diese Darstellungen (links) wären auch auf einem Handy-Display denkbar.



**Abbildung 32 – Statistische Visualisierungen innerhalb der Ausstellung „Arbeit. Sinn und Sorge“ am Dresdner Hygiene Museum**

<https://artcom.de/project/statistikband/> (02.05.2018)

### Konkrete Umsetzung:

Durch die Kamera-Kennung (inkl. QR-Code) des AR-Symbols wird die Visualisierung angeboten. Beispielsweise wird der unterschiedliche Umfang von zur Verfügung stehenden Nahrungsmitteln pro Familie und Woche im Vergleich zwischen Gegenwart und Mittelalter als visuelles Schaubild klarer nachvollziehbarer.

### 5.2.10. Audio



Die einzelnen Exponate im Museum sollten dem Besucher in einem erkennbaren Kontext gebracht werden, auch wenn sie individuell noch so (digital) detailliert erforschbar sind. Dazu empfehle ich den Einsatz von Audio Ergänzungen der Exponate oder/und Audio Guides. Auf der Homepage implementierte Podcasts können erklärende Einordnungen, ergänzende Informationen und Hörproben anbieten.

Eine vergleichbare Audio-Tour bietet bspw. das Hamburger Museum für Kunst und Gewerbe mit der App „Im Sog der Zeit“ an. Die interaktive Tour verbindet zehn Epochenräume zu einem Hörerlebnis und der Besucher wird „Ohrenzeuge“ vergangener Zeiten. Mit Hilfe der iBeacon Technologie erkennt die App den Standort und wählt den passenden Raumklang. (vgl. (72))

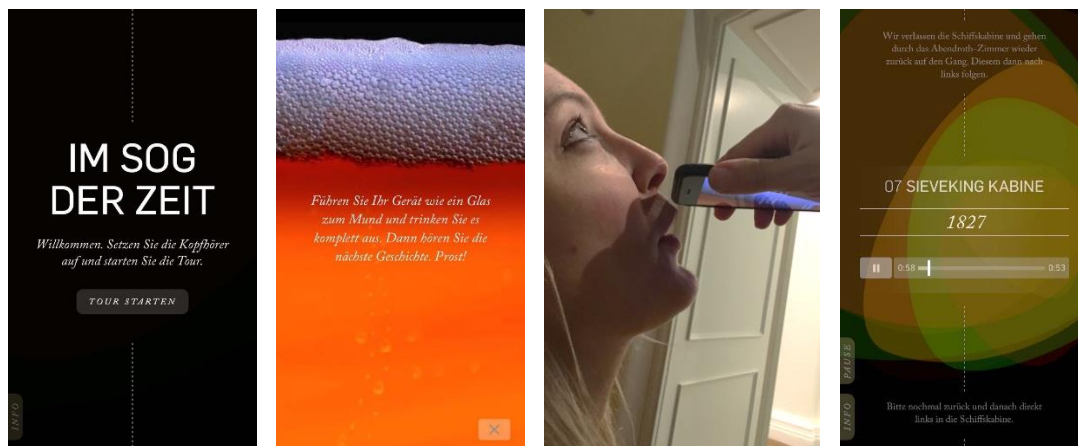


Abbildung 33 – Impressionen der Audio-Tour „Im Sog der Zeit“ des Hamburger Museum für Kunst und Gewerbe (03.05.2018)

#### Konkrete Umsetzung:

Denkbar wäre, die Guide-Tour auf iBeacon Basis zu steuern – also immer, wenn der Besucher bzw. sein Smartphone in der Nähe eines Objektes oder in einem bestimmten Raum sind, startet die Audiobegleitung (Audio Push). Ebenso ist die Handhabung für Exponat spezifische Angebote gedacht.

Es werden unterschiedliche themenbezogene Audio-Guides angeboten, die auch in den Zielgruppen unterschieden werden (für Kinder, Erwachsene, Fachbesucher).

### 5.2.11. Edutainment / Mitmach-Stationen



Ergänzend zu den bereits beschriebenen Mixed Reality Angeboten werden in den Räumen und an den Exponaten teilweise Mitmach-Stationen integriert, um die Besucher aktiv einzubeziehen. Hier kommen inspirierende und vermittelnde Edutainment Elemente zum Einsatz, um komplexe oder auch weniger attraktive Informationen zu vermitteln. Die eingebauten mobilen Sensoren des mitgeführten Handys ermöglichen eine Vielzahl an Interaktionen und spielerischen Möglichkeiten (siehe Kapitel 1.1.1.).

#### Konkrete Umsetzung:

Ein ergänzendes Element an einem Exponat kann beispielsweise die Option sein, durch Schüttelbewegungen des Smartphones beim historischem Goldschürfen mitzumachen um virtuelle Goldmünzen zu gewinnen.

Mithilfe des Lautsprechers und Mikrofons können die Besucher ausprobieren, die Sprachen unserer Urahnen nachzusprechen und mit einem direkten Test den eigenen Erfolg zu messen.

Für das haptische Erleben wird 3D-Technologie genutzt, um auch bei sehr sensiblen Exponaten ein Anfassen und Erfahren zu ermöglichen. So könnte ein Dinosaurier Knochen in originalgetreuer Größe und Gewicht gehoben, antiker Schmuck selbst anprobiert oder mit Werkzeugen unserer Vorfahren gearbeitet werden.

Um sich persönlich in vergangenen Zeiten als Ritter im Kampf mit dem Schwert zu versetzen oder um sein Skelett und Organismus zu erkunden, könnte über den Einsatz von Motion-Capture nachgedacht werden. Als Ausgabegerät eignet sich wie im Beispiel ein mit Kinect gekoppelter Bildschirm (siehe Kapitel 4.2.3.).



**Abbildung 34 – Mikroben Scan des Museum of microbes in Amsterdam**  
<https://www.micropia.nl/en/> (15.11.2019)

### 5.2.12. Social Media & News

Bei allen beschriebenen Angeboten wird darauf geachtet, diese so aufzubereiten, dass sie über die Social Media Profile geteilt werden können. Somit sprechen wir über unsere Besucher hinaus weitere potenzielle Gäste an. Durch die Sichtbarkeit der musealen Angebote wird Reichweite generiert und das Museum wird zum „Gesprächsstoff“. Denn Empfehlungen von Freunden, beispielsweise aus sozialen Netzwerken, schenken User meist ein höheres Vertrauen als im Vergleich zu kommerzieller PR oder Werbung. Museumsgäste die begeistert von einem Besuch berichten oder Impressionen daraus teilen, sind für das Museum eine zusätzliche Kommunikationsplattform und dienen als Multiplikatoren. Wir nutzen an dieser Stelle die hohe Affinität der besonders jugendlichen Besucher zu digital teilbaren Angeboten – Selfies, Fotomontagen, Videosequenzen und die Share-Funktionen aller multimedialen Implementierungen innerhalb der Museums-Räume sind prädestiniert dafür. (siehe Kapitel 1.2.)

Doch auch nach einem Museumsbesuch ist es wichtig im weiteren Austausch zu bleiben und zu erneuten Besuchen anzuregen. Durch zusätzlich exklusiven Content, den wir Social-Media konform aufbereiten, kommunizieren wir weiter mit unseren Besuchern und bauen eine Community auf. Folgender Content dafür wäre denkbar:

- Monatlich aktuelle Einblicke in die Archive (wechselnde Themenspezifikation)
- Leicht verständliche Videos, die komplexe Themengebiete in 20 Sek. erklären
- Wöchentlich erscheinende wissenschaftliche Fakten, die überraschen

Nach erfolgreicher Genehmigung durch den Nutzer könnten wir nicht nur über die Social Media Plattformen kommunizieren, sondern direkt über Push Nachrichten an den User herantreten.



### **5.2.13. Give Aways**

Bei allen Mixed Reality Angeboten vor Ort und den medialen Integrationen auf der Homepage, ist es empfehlenswert dem Besucher ein analoges Give-Away anzubieten.

Dieses sollte thematisch an die Museumsinhalte angelehnt sein, einen alltäglichen Mehrwert bieten und idealerweise die Sammelleidenschaft wecken. Denn wie die musealen Exponate auch von ihrer analogen Anmutung leben, sind Objekte, die wir selber in der Hand halten am einprägsamsten.

Nach dem Motto, „nimm ein Stück Museum mit“ um auch noch nach Tagen oder Wochen eine positive Erinnerung und ggf. einen erneuten Besuch auszulösen.

Hier wäre eine Kooperation zwischen den Hamburger Museen denkbar,

so könnte man in jedem besuchten Haus ein Teilstück erhalten, welche gemeinsam etwas Neues ergeben. Bspw. 3-D Puzzle-Teile, die sich zum Modell der Hammaburg zusammenbauen lassen.

Auch wären exklusive Vorzüge, für (häufige) Besucher denkbar.

Anhand einer gelösten Eintrittskarte der letzten 12 Monate erhält man bspw. Zutritt zu einem Abend im Archiv mit Führung oder es besteht die Möglichkeit das Museum nach Schließung zu besuchen.

Ziel aller möglichen Maßnahmen sollte eine nachhaltige Bindung der Besucher an das Museum sein.

### 5.3. Fazit

Das vorgestellte Mobile Museums-Konzept verbindet inhaltliche und multimediale Angebote mit praktischer Orientierung auf personalisierter Ebene. Ziel ist eine Zusammenführung von originalen Objekten und neuen Vermittlungs-Technologien. Im Zentrum stehen der Erhalt und die Präsentation der historischen Ausstellungsstücke sowie die persönliche Begegnung mit den Exponaten.

Das Konzept richtet sich an alle Museumsbesucher – eine Gruppe, die durch ihre Heterogenität geprägt ist. Um dieses vielfältige Publikum anzusprechen, gibt es eine große Anzahl an eigenständigen Angeboten. So kann jeder Besucher den gewünschten Rahmen oder die Vielfalt des multimedialen Spektrums für seinen Besuch selber wählen und beeinflussen. Mixed Reality Angebote, Audio Guides, Virtuelle Realitäten, Edutainment Ergänzungen oder die ursprüngliche analoge Besuchertour führen und unterstützen ihn dabei. Dabei besteht die Auswahl zwischen Einzel- oder Gruppenaktivitäten für einen kollaborativen Austausch. Das breite Angebot berücksichtigt die unterschiedlichen Besuchersegmente und bietet für unterschiedliche Vorkenntnisse, Alter (Kind oder Erwachsener) sowie persönliche Interessen etwas an. Es unterstützt und begleitet alle Museumsbesucher für ein nachhaltiges Erlebnis.

Die Progressiv Web App Technologie ermöglicht hier eine mobile Anwendung mit einer Vielzahl an Features, ohne eine weitere App zu entwickeln – die uns neben finanziellen Herausforderungen auch vor Nutzerhürden stellen würde (Download, Nutzung, Speicherkapazitäten).

Dabei berücksichtigen wir die gesellschaftlich verankerten Aspekte des erwarteten Content Zugangs von jedem Ort und zu jeder Zeit und werden der „Verschmelzung“ von Mensch und Handy zu einer untrennbaren Symbiose gerecht. Das permanent mit sich geführte Smartphone mit allen seinen technischen Möglichkeiten bildet für uns die Basis des vorgestellten Konzeptes – „One for All“. Die Handhabung des Mobiles ist jedem Besucher bekannt, das Problem der Hardware-Skalierbarkeit sowie Wartung ist gelöst bzw. ausgelagert. Die zum Einsatz kommenden Mixed Reality Technologien sind für den Handy Einsatz entwickelt worden und für uns nutzbar. Durch diesen Konzept-Ansatz können wir, die von uns beizusteuende Hardware so gering wie möglich halten. Damit beugen wir ebenfalls der rasanten „Technik-Veralterung“ vor. Denn es ist davon auszugehen, dass bei einer großen Vielzahl von eingesetzter Technik die Gefahr hoch ist, dass diese schnell veraltet.

Einen weiteren Vorteil des One-Device-Einsatzes liegt in der Messbarkeit der Aktionen. Da alle Interaktionen über nur ein Gerät ausgeführt werden, ist jede Aktion einem einzelnen (anonymen) Nutzer sowie Exponat zuort- und auswertbar. Mit Hilfe dieser Statistiken können Angebote optimiert, personalisierte Services angeboten und museale Abläufe angepasst werden.

Bei der Personalisierung ist zu berücksichtigen, dass dem Besucher auch Inhalte außerhalb seines persönlichen Themen-Spektrums angeboten werden, um einer möglichen „Filter-Bubble“ vorzubeugen. Durch die vorgestellte Besucher-Wand wird dem bereits entgegengewirkt. Die dort gezeigten „Lieblingsstücke“ regen die Besucher an, auch neue, noch unbekannte Exponate, Themenwelten oder Künstler zu entdecken.

Die beschriebene Integration von etablierten Service-Anbietern in unser museales Angebot ermöglicht einen hohen Knowhow-Transfer. Plattformen wie Google Arts & Culture oder Europeana sind führend in ihrem Segment. Durch ihre Einbindung können wir vorhandene technische Infrastrukturen und Inhalte zu unseren Gunsten nutzen. Eine weitere kontinuierliche integrative Ergänzung von Partnern in unser Museumsangebot sollte angestrebt werden. Denkbar wären an dieser Stelle der Audio-Anbieter Spotify oder Sprachassistenten.

Das vorgestellte Konzept versucht ebenfalls einen Lösungsansatz für eine der größten aktuellen musealen Herausforderung zu bieten – die Aktivierung von neuen und jungen Besucher-Zielgruppen. Eine Generation, die durch Entertainment, mediales Vergnügen und kurzer Aufmerksamkeit geprägt ist, erwartet moderne Präsentations- und Vermittlungsstrategien, die an den gesellschaftlichen Zeitgeist angepasst sind. Mit einem Konzept, das auf dem Smartphone basiert und aktuelle Mixed Reality-Technologien wie Augmented- und Virtuelle Realität einsetzt, hat das Museum die Chance, sich als ein lebendiger und vielfältiger Begegnungsort zu präsentieren. Mit dem Einsatz bietet sich die Möglichkeit, bisher nicht erzählbare Narrationen anzubieten und völlig neue kontextuelle Zusammenhänge zu bilden. Es wird ein abwechslungsreiches Erlebnis geschaffen, das die Besucherzufriedenheit und mit ihr die Kundenbindung steigert. Dies wird auch etablierte Museumsgäste zu neuen Besuchen aktivieren können.

Das vorgestellte „One for All“ Konzept bildet eine konsequente Weiterentwicklung der musealen Vermittlungs- und Präsentationsstrategie, die Erweiterung der physischen um die digitale Dimension, mit Orientierung an den medialen gesellschaftlichen Gewohnheiten - ganz nach dem Motto „Joy of use“.

Abschließend bin ich überzeugt, durch den Einsatz von Mixed Reality Technologien im musealen Umfeld den gesellschaftlichen medialen Gewohnheiten Rechnung zu tragen. Die Kombination aus Bewahren, Ergänzen und der individuellen Kontextualisierung, trägt zu der zwingenden Weiterentwicklung unseres kulturellen Gedächtnisses bei.

## 6. Zusammenfassung

Die Ausarbeitung hat sich eingehend mit den veränderten medialen Nutzungsgewohnheiten befasst.

Es wurde deutlich, dass Smartphones fest in unserem Alltag verankert sind und sich ein

Medienverhalten etabliert hat, das auf folgenden Aspekten beruht (Kapitel 1.1.):

- Zeit- und ortsunabhängige Nutzung
- Einfache Handhabung sowie technische Massenverbreitung
- Angebotene Inhalte und Services sind auf die veränderte Nutzungssituation angepasst und ermöglichen, kurz und knapp erfasst zu werden.
- Content zu sämtlichen Themen ist in beliebigem Umfang verfügbar und wird personalisiert angeboten.

Diese Transformation wurde durch die technologischen Entwicklungen erst ermöglicht. Mobile Geräte, die für einen Großteil der Menschen verfügbar sind. Gefüllt mit technischen Sensoren und Komponenten die immer neuen Varianten der Nutzung, der Interaktion und der inhaltlichen Rezeption gestatten (Kapitel 1.1.1).

Das diese gesellschaftlichen Umbrüche auch im kulturellen Umfeld Einzug halten, ist den meisten Akteuren bewusst. Speziell Museen, die unser kollektives Gedächtnis darstellen und denen ein Bildungsauftrag obliegt, haben auch in der digitalen Weiterentwicklung eine Vorbildfunktion. Wie in Kapitel 2 beschrieben, wird es zukünftig sehr herausfordernd sein, eine erfolgreiche digitale Transformation innerhalb ihrer Kernaufgaben (Sammeln, Bewahren, Forschen und Dokumentieren sowie Ausstellen und Vermitteln) umzusetzen.

Das durch die Besucher am stärksten wahrnehmbare Tätigkeitsfeld des Ausstellens und Vermitteln, bietet international bereits großartige Beispiele für digitale Narrationen, basierend auf dem Einsatz von Mixed Reality Elementen (Kapitel 3).

Sie alle verbinden fünf Aspekte zu einer Besucher-orientierten musealen Präsentation:

- Edutainment
- Interaktion
- Visualisierung
- Benutzerspezifisch/Relevanz
- Intuitiv

Die zwei eng verwandten immersiven sowie intuitiven Technologien „Augmented und Virtual Reality“, die in Kapitel 4 näher erläutert wurden, werden innerhalb der zukünftigen Präsentations- und Vermittlungsstrategien eine große Rolle spielen. Momentan sind noch einige Hürden in der alltäglichen Realisierung dieser beiden Technologien zu nehmen. Doch bin ich zuversichtlich, dass die kulturellen Einrichtungen diese meistern werden.

Die beschriebenen Erkenntnisse führten abschließend zu meiner beispielhaften Empfehlung des musealen Mixed Reality Konzeptes „One for All“ (Kapitel 5). Die Umsetzung beruht auf dem Einsatz des Besucher- eigenen Handys. Unter Berücksichtigung der aktuellen technologischen Begebenheiten empfehle ich ein Zusammenspiel von Augmented Reality mit weiteren multimedialen Vermittlungs- und Präsentationsformen. Dem Museumsbesucher wird damit eine zeitgemäße, nachhaltige und abwechslungsreiche Narration angeboten.

## 7. AUSBLICK

Die zukünftige Museumsarbeit wird sich stärker nach einer Besucherorientierten Ausstellungsgestaltung richten - Anteile multimedialer Präsentationsformen werden steigen. Um diesen Begebenheiten gewachsen zu sein, muss auch eine personelle Anpassung stattfinden, die neben den klassischen Museums-Mitarbeitern nun auch digitale Experten berücksichtigt. Die Digitalisierung stellt eine Querschnittsaufgabe über alle Bereiche dar und benötigt interdisziplinäre Teamarbeit. Neben Kuratoren, pädagogischen Mitarbeitern sowie Archivaren werden zukünftig Informations- und Technologieexperten die musealen Teams komplettieren.

Zur Steigerung der Besucherzahlen, wird in Zukunft eine relevante Besucheransprache schon im Vorfeld maßgeblich sein. Denn neben der Modernisierung der Kommunikationsangebote innerhalb der Museen, ist es wichtig zukünftig auch alle Marketing-Maßnahmen den gesellschaftlichen Mediennutzungsgewohnheiten anzupassen. Modernes Marketing zur Ansprache neuer, junger Zielgruppen ist zwingend notwendig. Denn selbst wenn die Museen aktuelle Vermittlungs- und Präsentationstechnologien implementieren. Müssen auch bisher uninteressierte Besuchersegmenten über diese Angebote informiert werden.

Eine Content basierte digitale Direktkommunikation ist u.a. empfehlenswert. Dabei werden museale Inhalte (kurze Videos, interessante Informationen, Event-Daten, o.ä) in passenden Online-Umfeldern integriert. Recherchiert beispielsweise ein User im Internet nach den historischen Arbeitsbedingungen in Hamburg, wird ihm die Information ausgespielt, dass er im Museum für Arbeit alles Wissenswerte darüber finden wird, ergänzt um kurze Videosequenzen oder dem Link zum digitalen Rundgang durch die Räumlichkeiten.

## Literaturverzeichnis

1. **Weise, Daniela M.** *Rekrutierung der Net-Generation. E-Recruiting mit Hilfe von Web 2.0-Tools.* Hamburg : Diplomica-Verlag, 2011. ISBN 978-3-8366-9680-7, S. 15.
2. **Weiser, Mark.** *The Computer for the 21. century.* s.l. : ACM, 1991.
3. **Streitz, Norbert.** *From Cognitive Compatibility to the Disappearing Computer: Experience Design for Smart Environments.* 2008. ACM 978-1-60558-399-0/08/09.
4. **Peter Kuhlmann, Eike Leonhardt, Bastian Mathes.** *OMD media map 4.* s.l. : Omnicom Media Group Germany GmbH, 2014. 978-3-00-047930-4.
5. **Multimedia, Projektgruppe ARD/ZDF.** *ARD/ZDF Onlinestudie.* 2017.
6. **AGOF e.V.** digital facts 2016-12. [Online] [Zitat vom: 19. 10 2017.] <https://www.agof.de/studien/digital-facts/>.
7. **Office, GSMA Head.** GSMA Intelligence Walbrook. *The Mobile Economy.* [Online] 2016. [Zitat vom: 10. 11 2017.] <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=97928efe09cdba2864cdcf1ad1a2f58c&download>.
8. **MacNaught, Stacey.** *Smartphone Habits.* tecmark Manchester. [Online] 2014. [Zitat vom: 10. 11 2017.] <http://www.tecmark.co.uk/smartphone-usage-data-uk-2014/>.
9. **Wenwen Du, Kai Xing, and Haihua Gong.** acm. *Smart phone based phubbing walking detection and safety warning.* [Online] 2017. [Zitat vom: 13. 11 2017.] <https://doi.org/10.1145/3132479.3132484>. ISBN 978-1-4503-5528-5.
10. **Schmidt, Albrecht.** *Eingebettete Interaktion - Symbiose von Mensch und Information.* [Buchverf.] Friedemann Mattern. *Die Informatisierung des Alltags.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2007.
11. **Andreas Butz, Antonio Krüger.** *Mensch-Maschine-Interaktion.* s.l. : Walter de Gruyter GmbH, 2017. ISBN 978-3-11-047636-1.
12. **Holzinger, Andreas.** *Finger Instead of Mouse: Touch Screen as a means of Enhancing Universal Access.* Berlin, Heidelberg : Springer-Verlage, 2003. ISBN 978-3-540-00855-2.
13. **Daryl Weir, Simon Rogers, Roderick Murray-Smith, Markus Löchtefeld.** *A user-specific machine learning approach for improving touch accuracy on mobile devices.* s.l. : ACM, 2012. ISBN 978-1-4503-1580-7.
14. **Frederic Kerber, Antonio Krüger, Markus Löchtefeld.** *Investigating the Effectiveness of Peephole Interaction for Smartwatches in a Map Navigation Task.* 2014. ACM 978-1-4503-3004-6/14/09.
15. **Krishna Chintalapudi, Anand Padmanabha, Venkata N. Padmanabhan.** *Indoor Localization Without the Pain.* s.l. : ACM, 2010. ISBN: 978-1-4503-0181-7.
16. **Fan Lin, Chunshui Zhao, Guanzhong Ding, Jian Gong, Chnxing Liu, Feng Zhao.** *A Reliable and Accurate Indoor Localization Method Using Phone Inertial Sensors.* s.l. : ACM, 2012. ISBN: 978-1-4503-1224-0 .

17. **Jiang Dong, Yu Xiao, Marius Noreikis, Zhonghong Ou, Antti Ylä-Jääski.**  
*Demo Abstract: iMoon: Using Smartphones for Image-based Indoor Navigation.* s.l. : ACM, 2015. ISBN: 978-1-4503-3631-4.
18. **Jean-Gabriel Krieg, Hadiren Toma, Gentian Jakllari, Andre-Luc Beylot.**  
*Acrux: Indoor Localization Without Strings.* s.l. : ACM, 2017. ISBN: 978-1-4503-5162-1 .
19. **Manu Kumar, Andreas Paepcke, Terry Winograd.**  
*Gaze-enhanced Scrolling Techniques.* 2007. ACM 978-1-59593-642-4/07/0004.
20. **Inc., Apple.** apple.com. [Online] 12. 09 2017. [Zitat vom: 16. 11 2017.]  
<https://www.apple.com/de/newsroom/2017/09/the-future-is-here-iphone-x/>.
21. **Julia Lefter, Pascal Wiggers, Leon J.M. Rothkrantz.**  
*EmoReSp: an online emotion recognizer based on speech.* Sofia, Bulgaria : s.n., 2010. ISBN: 978-1-4503-0243-2.
22. **Wikipedia.** [Online] [Zitat vom: 08. 11 2017.]  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Maslowsche\\_Bed%C3%BCrfnishierarchie](https://de.wikipedia.org/wiki/Maslowsche_Bed%C3%BCrfnishierarchie).
23. **Marco Fusaro, Christian Kleinhanß, Steffen Griesinger, Mechthild Wigger.**  
*Weiterbildung-digital.* [Online] 2016. [Zitat vom: 08. 11 2017.]  
<http://blog.weiterbildung-digital.de/?p=336>.
24. **Streitz, Norbert.** *From cognitive compatibility to the disappearing computer: experience design for smart environments.*  
Madera, Portugal : Fraunhofer IPSI, 2008. ISBN: 978-1-60558-399-0.
25. **Markowetz, Alexander.** *Digitaler Burnout, Warum unsere permanente Smartphone-Nutzung gefährlich ist.* s.l. : Droemer, 2015. 978-3-426-27670-9.
26. **Loebel, Jens-Martin.** *Interaktion mit multimedialen digitalen Artefakten im Museumskontext - Ein Praxisbericht.* Bonn : Lecture Notes in Informatik, Gesellschaft für Informatik, 2017.
27. **McLuhan, Marshall.** *Culture without literacy.* s.l. : Ginko Press, 2005. ISBN 1584230517.
28. **Missomelius, Petra.** *Medienpädagogische Aufgabenfelder hinsichtlich der Visualität im digitalen Zeitalter. MedienPädagogik Nr.27.* 27. 04 2017.
29. **"Arbeitsgruppe Standards für Museen".** *Standards für Museen.* Kassel/Berlin : Deutscher Museumsbund e.V. / ICOM-Deutschland, 2006.
30. **Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., McKelroy, E.,.**  
*NMC Horizon Report: 2016 Museum Edition.*  
Austin, Texas : The New Media Consortium, 2016. ISBN 978-0-9972599-9-5.
31. **Daniel Klinkhammer, Harald Reiterer.** *Blended Museum.*  
**[Buchverf.] Maximilian Eibl. [Hrsg.]** Gesellschaft für Informatik e.V.  
**(GI) Martin Gaedke.** *Informatik 2017.* Chemnitz : s.n., 2017.
32. **Maaz, Dr. Bernhard.** pinakothek. *Begrüßung zur Tagung "Museen im digitalen Raum".*  
[Online] 06. 10 2017. [Zitat vom: 21. 11 2017.] <https://www.pinakothek.de/musmuc17>.



- 33. Petra Newrly, Heike Kramer.** *Open Up! Museum. Wie sich Museen der neuen digitalen Herausforderungen stellen - Ein Leitfaden aus Baden-Württemberg.*  
Stuttgart : MFG Innovationsagentur Medien- und Kreativwerkstatt Baden-Württemberg, 2016.  
[http://www.kultur-oeffnet-welten.de/media/material-downloads/opm\\_inn\\_web\\_fin1108.pdf](http://www.kultur-oeffnet-welten.de/media/material-downloads/opm_inn_web_fin1108.pdf).
- 34. (Hg.), Alexandra Strohmaier.** *Kultur-Wissen-Narration, Perspektiven transdisziplinärer Erzählforschung für die Kulturwissenschaften.*  
Bielefeld : transcript Verlag, 2013. ISBN 978 3 8376 1650 7.
- 35. Carolin Nüsse, Frank Thissen, Amelie Zimmermann.**  
Der narrative Lernraum einer Ermöglichungsdidaktik.  
[Buchverf.] **Frank Thissen.** *Perspektiven des mobilen Lernens.*  
Berlin/Boston : Walter de Gruyter GmbH, 2017.
- 36. Ilona Bobb, Nils Oeynhausen.** Hamburg Media School.  
*Interview Museum für Kunst und Gewerbe Hamburg - Dr. Antje Schmidt.*  
[Online] [Zitat vom: 14. 12 2017.] <http://eculture.hamburgmediaschool.com/interview-15.html>.
- 37. Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung.**  
*Grundlagen und Methoden der Virtuellen Realität.*  
Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-642-28902-6.
- 38. Milgram P, Takemura H, Utsumi A, Kishino F.**  
*Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum.* s.l. :  
In Photonics for Industrial Applications, 282–292, International Society, 1995.
- 39. Prof. Dr. Franz-Rudolf Esch, Prof. Dr. Thomas Bartscher.** Gabler Wirtschaftslexikon. *Edutainment.*  
[Online] [Zitat vom: 19. 12 2017.] <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/85285/edutainment-v7.html>.
- 40. Philipsen, Quirine. The Game-Universe for Non-Gamer**  
Das 21. Jahrhundert voller Spielkinder. [Online] 19. 02 2016. [Zitat vom: 19. 12 2017.]  
<https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master-nm-2016-sem/philipsen/bericht.pdf>.
- 41. Valjent, Alina. Pausanio. Darf das Museum Spaß machen?**  
*Oder: Was Gamification für Kulturinstitutionen spannend macht.* [Online] 05. 04 2017. [Zitat vom: 19. 12 2017.] <http://pausanio.com/darf-das-museum-spass-machen-oder-was-gamification-fuer-kulturinstitutionen-spannend-macht/>.
- 42. Janine Kühnrich, Rosa Schulz. Make it Mobile.**  
Online Marketing Rockstars, Hamburg : Media Impact, März 2018.
- 43. Few, Stephen.** Data Visualization for Human Perception (Kapitel 35).  
[Buchverf.] **Rikke Friis Dam Mads Soegaard.** *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.* s.l. : The Interaction Design Foundation , ISBN 9788792964 .
- 44. Klinkhammer, Daniel.** Informations- und Kommunikationstechnologien in Museen.  
*Seminararbeit "Blended Museum".* [Online] Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft, Universität Konstanz. [Zitat vom: 23. 01 2018.] [http://hci.uni-konstanz.de/downloads/BM/Seminararbeit\\_STAR\\_IKT\\_Klinkhammer.pdf](http://hci.uni-konstanz.de/downloads/BM/Seminararbeit_STAR_IKT_Klinkhammer.pdf).

- 45. Bernhard Preim, Raimund Dachsel.** *Interaktive Systeme, Band 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces.* s.l. : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-45246-8.
- 46. New York Hall of Science,** [Online] [Zitat vom: 04. 09 2019.] <https://nysci.org/>.
- 47. Paul Gauguin in der Fondation Beyeler** - Der multimediale Vermittlungsraum zur Ausstellung. [Online] [Zitat vom: 18. 12 2017.] <https://iart.ch/de/-/paul-gauguin-in-der-fondation-beyeler-der-multimediale-vermittlung-raum-zur-ausstellung>.
- 48. The Cleveland Museum of Art.** [Online] [Zitat vom: 21. 08 2019.] <http://www.clevelandart.org/>.
- 49. wikipedia.** [Online] 24. 01 2019. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cleveland\\_Museum\\_of\\_Art](https://en.wikipedia.org/wiki/Cleveland_Museum_of_Art).
- 50. Alexander, Jane.** The Cleveland Museum of Art. *Studio Play 2.0.* [Online] 09/10 2016. [Zitat vom: 18. 12 2017.] <http://www.clevelandart.org/magazine/cleveland-art-septemberoctober-2016/studio-play-2.0>.
- 51. Notaro, Kelley.** Cleveland Museum of Art. *Cleveland Museum of Art to Pioneer Innovation in Museum Technology.* [Online] 17. 10 2016. [Zitat vom: 18. 12 2017.] <http://www.clevelandart.org/about/press/media-kit/cleveland-museum-art-continues-pioneer-innovation-museum-technology>.
- 52. wikipedia.** [Online] [Zitat vom: 24. 01 2019.] [https://de.wikipedia.org/wiki/American\\_Museum\\_of\\_Natural\\_History](https://de.wikipedia.org/wiki/American_Museum_of_Natural_History).
- 53. Ferreira, Becky. Motherboard.** *How Games are changing the museum experience.* [Online] 01. 05 2016. [Zitat vom: 20. 12 2017.] [https://motherboard.vice.com/en\\_us/article/yp3wwj/how-games-are-changing-the-museum-experience](https://motherboard.vice.com/en_us/article/yp3wwj/how-games-are-changing-the-museum-experience).
- 54. Art + Com Studios. Salz Weltweit, 2010.** [Online] [Zitat vom: 10. 01 2018.] <https://artcom.de/project/salz-weltweit/>.
- 55. Deutsches Technikmuseum,** Berlin. [Online] [Zitat vom: 08. 01 2018.] <http://sdtb.de/technikmuseum/presse/2615/>.
- 56. Metra Labs.** [Online] [Zitat vom: 09. 01 2018.] <http://www.metralabs.com/shopping-rfid-robot>.
- 57. The Cleveland Museum of Art. ArtLens Wall.** [Online] [Zitat vom: 10. 01 2018.] <http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-wall>.
- 58. Konferenz. Research Night - Virtuelle Realität.** HAW Hamburg. Hamburg, Forum Finkenau : s.n., 18.01.2018.
- 59. Wolf, Frau Prof. Dr.-Ing. Katrin.** *E-Mail Befragung.* Hamburg, 23. 01 2018.
- 60. Kathrin Baitinger, Andy Herzberg, Quirine Philipsen.** *Ausarbeitung zum Projekt "Syria".* HAW Hamburg : <https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master-nm-2016-proj/baitingerherzbergphilipsen.pdf>, 2016.
- 61. Maximilian Eibl, Martin Gaedke.** *GI-Edition: Informatik 2017 / Lecture Notes in Informatic - Proceedings.* Chemnitz : Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 25.-29.09.2017. ISBN 978-3-88579-669-5.

- 62. Patrick Tobias Fischer, Eva Hornecker.** *Spatial Aspects in the Design of Shared Encounters for Media Facades*. Austin, Texas, USA : ACM, Oktober 2012. 978-1-4503-1015-4.
- 63. Alexander Wiethoff, Thomas Bauer, Sven Gehring.** *Investigating Multi-User Interactions on Interactive Media Facades*. Aarhus, Denmark : ACM, November 2014. 978-1-4503-3302-3 .
- 64. Mangold, Michael.** *Bildung, Wissen, Narrativität. Wissensvermittlung durch Digital Storytelling nicht nur für Museen*. Baden-Baden : Nomos Verlagsgesellschaft, 2007. [https://www.lmz-bw.de/fileadmin/user\\_upload/Medienbildung\\_MCO/fileadmin/bibliothek/mangold\\_web/mangold\\_bildung.pdf](https://www.lmz-bw.de/fileadmin/user_upload/Medienbildung_MCO/fileadmin/bibliothek/mangold_web/mangold_bildung.pdf).
- 65. Bundesverband Digitale Wirtschaft e.V.,** *Moderne Mobile-Web-Technologien*. Düsseldorf : 2018. [https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW\\_LF\\_Mobile\\_web\\_2018\\_0409\\_01.pdf](https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW_LF_Mobile_web_2018_0409_01.pdf).
- 66. Beiersdorf AG. beiersdorf.de.** [Online] 18. 05 2017. [Zitat vom: 06. 08 2018.] <https://www.beiersdorf.de/presse/pressemitteilungen/alle-pressemitteilungen/2017/05/18-next-generation-web-google-presentiert-mobile-app-innovation-von-nivea>.
- 67. Inscho, Jeffrey.** Studio - Carnegie Museum. [Online] 18. 07 2017. [Zitat vom: 20. 06 2018.] <https://studio.carnegiemuseums.org/chatbot-field-study-91fcbb1d4875>.
- 68. adjust. adjust.com.** *Mobile Benchmarks 2018*. [Online] 26. 02 2018. [Zitat vom: 05. 07 2018.] <https://learn.adjust.com/rs/108-GAZ-487/images/Adjust%20Mobile%20Benchmarks%202018%20Edition.pdf>.
- 69. Google. Google Blog.** [Online] 22. 01 2018. [Zitat vom: 05. 07 2018.] <https://www.blog.google/products/google-ar-vr/Augmented-Reality-web-everyone/>.
- 70. Publiik Marketing.** [Online] 13. 09 2016. [Zitat vom: 13. 06 2018.] <http://www.publicmarketing.eu/news/detail.php?rubric=News&nr=17891&PHPSESSID=0jb341lld9kcgsp13b10em4cm5>.
- 71. Wikipedia.** [Online] [Zitat vom: 13. 06 18.] <https://de.wikipedia.org/wiki/Europeana>. GND: 7666785-6.
- 72. Museum für Kunst und Gewerbe.** Audiotour-App "Im Sog der Zeit". [Online] [Zitat vom: 05. 05 2018.] <https://www.mkg-hamburg.de/de/vermittlung/digital/im-sog-der-zeit.html>.
- 73. Axel Zweck, Dirk Holtmannspötter, Matthias Braun, Michael Hirt, Simone Kimpeler, Philine Warnke.** *Gesellschaftliche Veränderungen 2030, Ergebnisband zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II*. Düsseldorf : Innovationsbegleitung und Innovationsberatung der VDI Technologiezentrum GmbH, 2015. ISSN 1436-5928.
- 74. Medienkommission, ARD/ZDF.** *ARD/ZDF Langzeitstudie Massenmedien*. s.l. : AR/ZDF, 2015.
- 75. Maletzke, Gerhard.** *Psychologie der Massenkommunikation*. Opladen : Westdeutscher Verlag, 1998.
- 76. Nielsen.** *Nielsen NetViews*. s.l. : medienanstalten, Januar 2017.
- 77. Helmut Herold, Bruno Lurz, Jürgen Wohlrab.** *Grundlagen der Informatik*. s.l. : Pearson Deutschland GmbH, 2012. ISBN 978-3-86894-111-1.

- 78. Videoforschung, AGF.** Fernsehforschung. [Online] [Zitat vom: 03. 11 2017.]  
<https://www.agf.de/forschung/methode/fernsehpanel/>.
- 79. Vogel, Prof. Dr. Andreas.** *Talfahrt der Tagespresse: Eine Ursachensuche.* Bonn : Friedrich-Ebert-Stiftung, Politische Akademie, Medienpolitik, 2014. ISBN: 978-3-86498-879-0.
- 80. Beil, Julia.** Der Tagesspiegel. [Online] 2016. [Zitat vom: 13. 11 2017.]  
<http://www.tagesspiegel.de/medien/studie-zur-radionutzung-ein-medium-im-wandel/12938164.html>.
- 81. Dans, Enrique.** Medium, Don't send a human to do a machine's job. [Online] 28. 01 2016.  
[Zitat vom: 16. 11 2017.] <https://medium.com/enrique-dans/don-t-send-a-human-to-do-a-machine-s-job-49a2e90938ee>.
- 82. Museum für Kunst und Gewerbe.** [Online] [Zitat vom: 07. 12 2017.]  
<http://www.mkg-hamburg.de/de/das-mkg/digitale-inventarisierung.html>.
- 83. Museum für Kunst und Gewerbe.** MKG Sammlung Online. [Online]  
[Zitat vom: 07. 12 2017.] <http://sammlungonline.mkg-hamburg.de/de>.
- 84. Collections, Europeana.** Startseite. [Online]  
[Zitat vom: 07. 12 2017.] <https://www.europeana.eu/portal/de>.
- 85. Wikipedia.** Europeana. [Online] [Zitat vom: 07. 12 2017.]  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Europeana>.
- 86. McCarthy, Douglas.** "Museen im digitalen Raum" - Tagung . "*Europeana and You*".  
[Online] 06. 10 2017. [Zitat vom: 07. 12 2017.] <https://www.pinakothek.de/musmuc17>.
- 87. Schmidt, Dr. Antje.** Museen im digitalen Raum - Tagung.  
"*Zwei Jahre MKG Sammlung. Open Access als Kern der digitalen Strategie.*". [Online] 06. 10 2017.  
[Zitat vom: 07. 12 2017.] <https://www.pinakothek.de/musmuc17>.
- 88. Glaser, Peter.** Die digitale Atomkraft. *GDI Impuls - Wissensmagazin für Wirtschaft, Gesellschaft, Handel.* 2015 - Nummer 1, ISSN 1422-0482.
- 89. Goethe.** *Being Faust - Enter Mephisto.* [Online] Goethe Institut, Nologong.  
[Zitat vom: 20. 12 2017.] <http://www.goethe.de/ins/kr/seo/prj/fau/ueb/deindex.htm>.
- 90. Wikipedia.** [Online] [Zitat vom: 08. 01 2018.]  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Induktive\\_H%C3%B6ranlage](https://de.wikipedia.org/wiki/Induktive_H%C3%B6ranlage).
- 91. Science Museum Group.** *Our Lives in Data.* [Online] [Zitat vom: 10. 01 2018.]  
<https://group.sciencemuseum.org.uk/our-services/partner-with-us/touring-exhibitions/our-lives-in-data/>.
- 92. Hamburg, Museum für Kunst und Gewerbe.** [Online] [Zitat vom: 24. 01 2018.]  
<http://www.mkg-hamburg.de/de/das-mkg/digitale-strategie.html>.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eingebettete Interaktion	
Schmidt, Albrecht. Eingebettete Interaktion - Symbiose von Mensch und Information. [Buchverf.]	
Friedemann Mattern. <i>Die Informatisierung des Alltags</i> . Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2007 .....	15
Abbildung 2: Accelerometer & Gyroscope	
Dans, Enrique. Medium, Don't send a human to do a machine's job. [Online] 28. 01 2016. [Zitat vom: 16. 11 2017.] <a href="https://medium.com/enrique-dans/don-t-send-a-human-to-do-a-machine-s-job-49a2e90938ee">https://medium.com/enrique-dans/don-t-send-a-human-to-do-a-machine-s-job-49a2e90938ee</a>	
.....	17
Abbildung 3: Maslowsche Bedürfnispyramide	
<a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=62696203">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=62696203</a> , LMU Dozent Medizin (Diskussion) 04:47, 23. Sep. 2017 (CEST) - Eigenes Werk (Originaltext: selbst erstellt), CC BY-SA 3.0 de.....	23
Abbildung 4: Mixed Reality Taxonomie Nach Milgram et al. / R. Dörner (37) .....	35
Abbildung 5: Connected Worlds - Interactive Installation Design	
I/O Homepage: <a href="http://www.design-io.com/projects/ConnectedWorlds/">http://www.design-io.com/projects/ConnectedWorlds/</a> .....	40
Abbildung 6: Connected Worlds - Behind The Scenes Design I/O, <a href="https://vimeo.com/131665883">https://vimeo.com/131665883</a> .....	41
Abbildung 7: Interaktive Bücher - Fondation Beyeler	
<a href="https://iart.ch/de/-/paul-gauguin-in-der-fondation-beyeler-der-multimediale-vermittlungsraum-zur-ausstellung">https://iart.ch/de/-/paul-gauguin-in-der-fondation-beyeler-der-multimediale-vermittlungsraum-zur-ausstellung</a> .....	42
Abbildung 8: Sketch Animals Papercraft – teamLab <a href="https://www.teamlab.art/w/sketch_animals_papercraft/">https://www.teamlab.art/w/sketch_animals_papercraft/</a>	44
Abbildung 9 – Reveal and Zoom, Design I/O, <a href="http://design-io.com/projects/StudioPlay/">http://design-io.com/projects/StudioPlay/</a> .....	46
Abbildung 10 – Paint Play, Design I/O, <a href="http://designio.com/projects/StudioPlay/">http://designio.com/projects/StudioPlay/</a> .....	46
Abbildung 11 – Pottery Maker, Design I/O, <a href="https://vimeo.com/203194630">https://vimeo.com/203194630</a> .....	47
Abbildung 12 – The MicroRangers game, Barry Joseph, <a href="https://www.youtube.com/watch?v=dzzfPQud0dU....">https://www.youtube.com/watch?v=dzzfPQud0dU....</a>	48
Abbildung 13 – Multimedialer Spieltisch, Windlooping, Elektronischer Digitalstift Impuls Design,	
<a href="http://impuls-design.de/projekte/energie-im-kopf/galerie/3/">http://impuls-design.de/projekte/energie-im-kopf/galerie/3/</a> .....	50
Abbildung 14 – Nürnberger Stadtmuseum, Stefan Meyer, <a href="http://impuls-design.de/projekte/2213/galerie/5/">http://impuls-design.de/projekte/2213/galerie/5/</a> .	51
Abbildung 15 – Projizierte Weltkarte, ART + COM Studios, <a href="https://artcom.de/project/salz-weltweit/">https://artcom.de/project/salz-weltweit/</a> .....	53
Abbildung 16 – Tim im Deutschen Technikmuseum C. Kirchner,	
<a href="http://sdtb.de/technikmuseum/presse/2615/">http://sdtb.de/technikmuseum/presse/2615/</a> .....	54
Abbildung 17 – Art LensApp The Cleveland Museum of Art,	
<a href="http://www.clevelandart.org/blog/2017/02/17/5-steps-look-closer-artlens-2.0">http://www.clevelandart.org/blog/2017/02/17/5-steps-look-closer-artlens-2.0</a> .....	56
Abbildung 18 – ArtLens Wall, The Cleveland Museum of Art,	
<a href="http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-wall">http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-wall</a> .....	57
Abbildung 19 – Darstellung möglicher Einflussfaktoren auf ein erfolgreiches Virtual Reality Projekt,	
Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, Bernhard Jung (37) .....	71
Abbildung 20 - Darstellung eines Stereodisplays – Zentrum Moschee Hamburg .....	72
Abbildung 21 – Markenloses Tracking anhand eines Flysticks, „Virtuelle Speicherstadt“ HAW Hamburg	
<a href="https://www.speicherstadt-digital.de/">https://www.speicherstadt-digital.de/</a> (08.04.218).....	75
Abbildung 22 - Testen möglicher Gestensteuerung mit der Tiefenkamera-Tracking-Technik Kinect .....	76
Abbildung 23 – Der Elbe Dom, „Eintauchen in virtuelle Welten, Fraunhofer Institut IFF	
<a href="https://www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/publikationen/eintauchen-in-virtuelle-welten-fraunhofer-iff.pdf">https://www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/publikationen/eintauchen-in-virtuelle-welten-fraunhofer-iff.pdf</a> (62) (15.03.2018) .....	77
Abbildung 24 – VisCube C4 <a href="http://www.visbox.com/products/cave/viscube-c4/">http://www.visbox.com/products/cave/viscube-c4/</a> .....	77
Abbildung 25 – Head-Mounted Displays	
<a href="http://mobilbranche.de/2015/09/oculus-samsung-virtual">http://mobilbranche.de/2015/09/oculus-samsung-virtual</a> <a href="https://vr.google.com/cardboard/">https://vr.google.com/cardboard/</a> .....	77
Abbildung 26 - Info- und Entertainment Portal der Deutschen Bahn	
<a href="https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW_LF_Mobile_web_20180409_01.pdf">https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/mobile/BVDW_LF_Mobile_web_20180409_01.pdf</a> (12.04.2018) .....	87
Abbildung 27 – Inhaltliche Bestandteile des “One for All“ Konzeptes.....	91

Abbildung 28 –Augmented Reality Einsatzmöglichkeiten <a href="https://arvrjourney.com/augmented-reality-is-changing-the-museum-world-5-practical-examples-98f3a573e74">https://arvrjourney.com/augmented-reality-is-changing-the-museum-world-5-practical-examples-98f3a573e74</a> .....	95
Abbildung 29 – Die „Giraffatitan Dinosaurier“ Installation des Museums für Naturkunde Berlin <a href="https://artsandculture.google.com/project/natural-history">https://artsandculture.google.com/project/natural-history</a> (15.10.2019) .....	97
Abbildung 30 – „Gänse am See“ von Theodor Hofmeister <a href="https://www.europeana.eu/portal/de/record/2048429/item_XCMY2TUBFODGRFHIWIOJFZU6CXPEA7VM.html?q=Hamburg">https://www.europeana.eu/portal/de/record/2048429/item_XCMY2TUBFODGRFHIWIOJFZU6CXPEA7VM.html?q=Hamburg</a> (13.06.2018).....	99
Abbildung 31 – ArtLens Wall, im Cleveland Museum <a href="http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-wall">http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-wall</a> (12.05.2018) .....	100
Abbildung 32 – Statistische Visualisierungen innerhalb der Ausstellung „Arbeit. Sinn und Sorge“ am Dresdner Hygiene Museum <a href="https://artcom.de/project/statistikband/">https://artcom.de/project/statistikband/</a> (02.05.2018) .....	101
Abbildung 33 – Impressionen der Audio-Tour „Im Sog der Zeit“ des Hamburger Museum für Kunst und Gewerbe (03.05.2018).....	102
Abbildung 34 – Mikroben Scan des Museum of microbes in Amsterdam <a href="https://www.micropia.nl/en/">https://www.micropia.nl/en/</a> (15.11.2019) .....	103

# Versicherung über Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit im Sinne der Prüfungsordnung ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Hamburg, 12.12.2019

---

Ort, Datum



---

Unterschrift

Matrikel-Nr. 2252474