



Analyse des Stands der Technik



Inhaltsübersicht

1.	Das Aufkommen der Digitalisierung im Tourismus.....	1
1.1.	Über den Tourismus im Allgemeinen.....	1
2.	Das Aufkommen der Digitalisierung im Tourismus.....	1
2.1.	Entwicklung des Tourismus im Allgemeinen.....	1
2.2.	Über die Digitalisierung im Allgemeinen.....	3
2.3.	Das Aufkommen der Digitalisierung im Tourismus.....	4
2.4.	Digitale Technologien im Tourismus - Aktuelle Entwicklungstrends	6
3.	Entwicklung von Einrichtungen des Kulturtourismus im Bereich der Digitalisierung ...	14
3.1.	Entwicklung der Digitalisierung in traditionellen Museen	14
3.1.1.	Ursprünge des Begriffs "digitales Museum	14
3.1.2.	Der Paradigmenwechsel hin zu einem partizipativen Museum.....	15
3.2.	Der Prozess und die Schritte der musealen Digitalisierung.....	16
3.3.	Entwicklung der Digitalisierung von Freilichtmuseen	16
4.	Digitale/technologische Systeme auf dem Markt	17
4.1.	Virtuelle Realität (VR), Erweiterte Realität (AR), Gemischte Realität (MR), Erweiterte Realität (XR)	18
4.1.1.	Virtuelle Realität (VR).....	18
4.1.2.	Erweiterte Realität (AR)	19
4.1.3.	Mixed Reality (MR).....	22
4.1.4.	Erweiterte Realität (XR)	23
4.2.	Erweiterte "Anzeigen"	24
4.2.1.	Smartglasses.....	24
4.2.2.	Holografie	25
4.2.3.	Schlussfolgerung.....	26
4.3.	Fortschrittliche Kontrolllösungen	27
4.3.1.	Erläuterung der Technologie.....	27
4.3.2.	Liste der Produkte	28
4.3.3.	Schlussfolgerung.....	30
4.4.	Sicherheit	31



4.5.	Nachhaltige Technologie	36
4.6.	Technologien für erneuerbare Energien.....	41
4.6.1.	Technologie erklärt	41
4.6.2.	Techniken.....	42
4.6.3.	Beispiele für Anwendungen in Freilichtmuseen.....	43
4.7.	Künstliche Intelligenz - AI.....	45
4.7.1.	Chatbots mit großem Sprachmodell (LLM)	51
4.7.2.	Erweiterte Analytik.....	53
4.7.3.	KI im Tourismus, Vorteile für das Freilichtmuseum.....	54
4.8.	Personalisierung (Personalisierungsalgorithmen, Videoanalyse, Stimmungsanalyse, virtuelle Assistenten, Digital Signage, Tracking, Überwachung des Besucher*innenverhaltens).....	56
4.8.1.	Personalisierungsalgorithmen	56
4.8.2.	Überwachung des Besucher*innenverhaltens.....	57
4.8.3.	Sentiment-Analyse.....	60
4.8.4.	Virtuelle Assistenten.....	60
4.8.5.	Digitale Beschilderung.....	61
4.8.6.	Schlussfolgerung.....	62
4.9.	Konnektivität/Mobilfunknetze.....	64
4.9.1.	Theorie: Allgemeine Erklärungen.....	64
4.9.2.	Technologien und Optionen.....	64
4.9.3.	Beispiele.....	66
4.9.4.	Schlussfolgerung.....	67
4.10.	Erweitertes Drucken und Scannen	67
4.10.1.	3D-Druck (4D).....	67
4.10.2.	3D-Scannen.....	70
4.10.3.	Die Bedeutung des 3D-Drucks und des 3D-Scannens für die Erhaltung des kulturellen Erbes	71
4.11.	Fortschrittliche IT-basierte Lösungen im Museum.....	72
4.11.1.	HoloTile	72



4.11.2.	Metaverse.....	72
4.11.3.	HoloBox.....	73
4.11.4.	Projektionskartierung.....	74
4.12.	Andere potenziell vernetzte IT-Technologien.....	74
4.12.1.	Erläuterung der Technologie.....	75
4.12.2.	Beispiele.....	76
4.12.3.	Schlussfolgerung.....	77
4.13.	Verfügbare Tour Guide Systeme.....	77
4.14.	Häufig verwendete intelligente Module.....	81
4.15.	Bestehendes Unterstützungssystem für bestimmte Gruppen von Menschen mit Behinderungen.....	85
4.15.1.	Arten von Behinderungen.....	86
4.15.2.	Unterstützungssysteme.....	88
4.15.3.	Beispiele aus der realen Welt.....	90
4.15.4.	Unterstützung von Menschen mit Behinderungen in einem Freilichtmuseum.....	91
4.15.5.	Unterstützung gehörloser und hörgeschädigter Menschen mit AI.....	92
5.	Anwendungsfälle aus der Welt.....	96
5.1.	Europa.....	96
5.2.	Amerika.....	109
5.3.	Afrika.....	113
5.4.	Asien.....	114
6.	Bewertung der Partnermuseen in InnoGuide4CHT.....	118
7.	Abbildungsverzeichnis.....	132
8.	Literaturverzeichnis.....	133

Disclaimer:

Die vorliegende Analyse wurde im Rahmen des Projektes InnoGuide4CHT gemeinsam durch die Projektpartner Pannonia Universität und Forschung Burgenland erstellt. Neben eigenhändigen Recherchen und Erkenntnissen wird Bezug auf fachliche Publikationen genommen, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung den aktuellen Stand der Wissenschaft wiedergeben. Alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken wurden als solche kenntlich gemacht. Die Analyse wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Falls Ihnen Fehler oder Unstimmigkeiten auffallen, bitten wir Sie, uns zu benachrichtigen.



1. Das Aufkommen der Digitalisierung im Tourismus

1.1. Über den Tourismus im Allgemeinen

Diese Analyse wurde im Rahmen des folgenden Projekts durchgeführt:

EU INTERREG Projekts ATHU-0100028 (Österreich-Ungarn) Cross-border Cooperation for the Development of a Common Innovative Guiding Solution for Expanding Visitor Offers in Open-Air Cultural Heritage Tourism Facilities (InnoGuide4CHT).

Die Analyse zielt darauf ab, den aktuellen Stand der Digitalisierung im Kulturtourismus zu evaluieren, wobei der Fokus auf der Anwendung digitaler Technologien in Museen und Kulturerbestätten liegt. Die Studie untersucht verschiedene technologische Fortschritte, darunter Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR) und Extended Reality (XR), und prüft deren Potenzial, das Besucher*innenerlebnis zu verbessern. Die Untersuchung wurde mittels einer umfassenden Umfrage unter mehreren teilnehmenden Museen durchgeführt, um deren aktuelle digitale Fähigkeiten zu bewerten und zukünftige Bedürfnisse zu ermitteln. Die Ergebnisse liefern wertvolle Erkenntnisse für die Entwicklung personalisierter, immersiver und interaktiver Strategien zur Einbindung der Besucher*innen und stellen sicher, dass Kultureinrichtungen auch im digitalen Zeitalter relevant und zugänglich bleiben.

2. Das Aufkommen der Digitalisierung im Tourismus

2.1. Entwicklung des Tourismus im Allgemeinen

In den letzten Jahrzehnten war der Tourismus einer der stärksten und sich am schnellsten entwickelnden und vielversprechendsten Wirtschaftszweige. Die Daten der letzten Jahre zeigen einen noch nie dagewesenen Anstieg von Reisen, Einnahmen, Tourismus und Arbeitsplätzen. [1] Mit einem Anteil von 10 % am weltweiten BIP und an den Arbeitsplätzen kann die Tourismusbranche als einer der größten Wirtschaftszweige der Welt angesehen werden. [2]

Die Tourismusbranche ist sehr heterogen und besteht aus vielen kleinen und mittleren Marktteilnehmer*innen. Dazu gehören Reiseveranstalter, Reiseleiter und auch Anbieter von

Dienstleistungen in den Bereichen Gastgewerbe, Verkehr, Unterhaltung und Kongresse. (

Abbildung [1]).

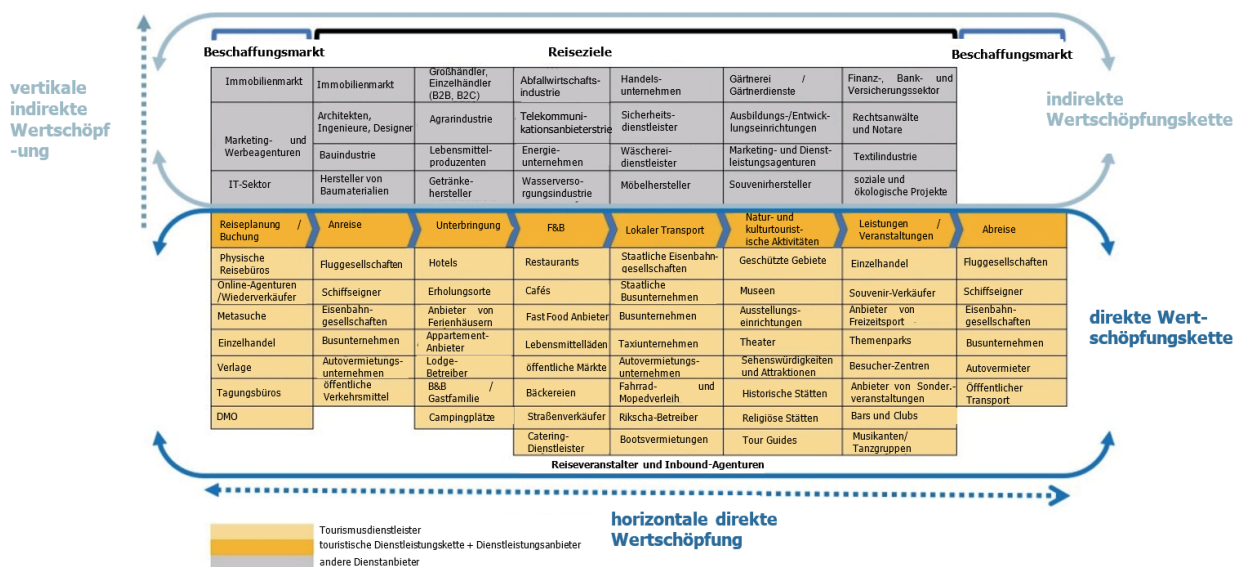


Abbildung 1: Wertschöpfungsketten der Tourismusindustrie.

Quelle: Epler, 2017 [3] in Einarsson und Sorin 2020 [4], Grafik übersetzt auf Deutsch

Darüber hinaus ist eine Verschiebung der touristischen Nachfrage hin zu einem neuen Typus zu beobachten, der durch sein Ausmaß, seine Tendenzen und seine Art gekennzeichnet ist und sich aus den steigenden Erwartungen der Kund*innen und dem Auftreten neuer Wettbewerber*innen mit innovativen Betriebsmodellen ergibt. Die neuen Marktbedingungen bieten nur denjenigen Reisezielen und sogar einzelnen Organisationen Entwicklungsmöglichkeiten, die sich flexibel auf das sich verändernde Umfeld einstellen und in der Lage sind, die Wünsche ihrer Kund*innen zu antizipieren. [1]

Der oder die moderne Tourist/in zeichnet sich durch unterschiedliche Verhaltensweisen und Eigenschaften aus. Aus diesem Grund werden Targeting und Segmentierung des Marktes weiterhin die Wahl der Marketingstrategie seitens der Tourismusunternehmer*innen dominieren. Die Marktmacht der Hotelketten nimmt stetig zu, und dies bietet die Möglichkeit für mehr Innovation und erhöht die Loyalität der Gäste. Die Verbraucher*innen werden immer mündiger und anspruchsvoller, haben ein klares Verständnis ihrer Wünsche und Erwartungen und entwickeln sich zu "Prosument:innen". Im Bereich des Tourismus bevorzugen die Reisenden zunehmend personalisierte "Ich-Destinationen", die auf ihre individuellen Vorlieben zugeschnitten sind, und schaffen damit neue Realitäten in der Branche. Der Schwerpunkt verlagert sich vom Reiseziel selbst zu den Erlebnissen, die Tourist*innen



genießen wollen. Es findet eine Wiederbelebung der Werte statt. Die Menschen sehnen sich nach Nähe, nach Unmittelbarkeit, nach neuer Einfachheit. Die Nachfrage nach Schutz und Sicherheit hält an. [1]

Neue Möglichkeiten für den Tourismus sind so genannte ortsbezogene Dienste (z. B. Routenplanung, Wetter- und Verkehrsinformationen), und die virtuelle Realität schafft andere Erwartungen an die Branche. Diese Anwendungen bringen aber auch neue Herausforderungen mit sich, z.B.: Wie können digitale Netzwerke in Reisezielen mit Vorteilen für Tourist*innen und Tourismusunternehmen geschaffen werden? Auf dem Tourismusmarkt werden branchenfremde Akteur*innen immer aktiver: z. B. Bewertungs- und Buchungsplattformen, die zunehmend an Marktmacht gewinnen. Am stärksten ist dieser Einfluss in der Hotelbranche zu spüren. Kleine Privathotels sind oft von großen internationalen Vertriebsnetzen abhängig, und Plattformen wie Airbnb können bestehende Vorschriften leicht umgehen, was die Voraussetzungen für Wettbewerbsverzerrungen schafft. [1]

2.2. Über die Digitalisierung im Allgemeinen

Digitalisierung ist der Prozess, der durch die Einführung digitaler Technologien und der darauf aufbauenden Anwendungssysteme verursacht wird. Die Digitalisierung kann nach verschiedenen Intensitätsstufen definiert werden: von der reinen Präsentation und Information (Website), der Vertriebskanalfunktion (E-Commerce), der Geschäftsprozessintegration (E-Business) bis hin zu neuen Geschäftsmodellen mit virtuellen Produkten oder Dienstleistungen. [5]

Digitalisierung wird oft als die Fähigkeit bezeichnet, bestehende Waren oder Dienstleistungen in digitale Versionen umzuwandeln, die Vorteile gegenüber physischen Gegenständen bieten. In dieser Studie wird die Digitalisierung in einer komplexeren Weise als nur die Digitalisierung von Arbeitsprozessen und -tätigkeiten interpretiert. [6] Laut Karimi, J. und Walter, X. [7] umfasst die Digitalisierung, die auch als digitale Transformation bezeichnet wird, alle Prozesse, bei denen die Anwendung digitaler Technologie zu einer Veränderung in der Entwicklung der menschlichen Zivilisation führt.

Die digitale Transformation bezieht sich auf die Veränderungen von Arbeitsmethoden, Funktionen und Geschäftsangeboten, die sich aus der Einführung digitaler Technologie in einer Organisation oder im Betriebsumfeld des Unternehmens ergeben. Brennen, S. J. und Kreiss, D. [8] definieren Digitalisierung als die Einführung oder verstärkte Nutzung digitaler Systeme oder Datenverarbeitung durch Institutionen, Unternehmen, Nationen oder andere Einrichtungen. Die aus der Digitalisierung resultierenden Veränderungen können auf verschiedenen Ebenen stattfinden. Zu den Veränderungen auf der Ebene der Prozesse gehören die Einführung neuer digitaler Technologien und die Vereinfachung von Verfahren durch die Reduzierung manueller Aufgaben. Veränderungen auf der organisatorischen Ebene bedeuten die Bereitstellung neuer Aktivitäten, die Abschaffung veralteter Methoden und die Empfehlung



aktueller Dienstleistungen mit neuen Methoden. Die Unternehmensebene wird durch Änderungen der Zuständigkeiten und Veränderungen der Wertschöpfungsketten repräsentiert. Die soziale Ebene wird durch Veränderungen der sozialen Mechanismen (z. B. Art der Arbeit, Mittel zur Beeinflussung der Entscheidungsfindung) repräsentiert. [9]

Die potenziellen Vorteile der Digitalisierung können beträchtlich sein: Durch die Digitalisierung der Datenverarbeitung können die Kosten der Unternehmen beispielsweise um bis zu 90 % gesenkt und die Durchlaufzeiten um mehrere Größenordnungen verkürzt werden. Die Ersetzung von Papier und manuellen Prozessen durch Software ermöglicht es Unternehmen, Daten zu sammeln und sie zu nutzen, um die Effizienz von Prozessen, Kosten und Risikofaktoren zu erklären. [6] Echtzeit-Analysen und digitale Plattformen für die Prozessleistung versetzen Führungskräfte in die Lage, potenzielle Probleme proaktiv zu erkennen und anzugehen, um Risiken zu mindern, bevor sie eskalieren. [10] Die Digitalisierung sorgt für eine inkrementelle wirtschaftliche Entwicklung: Nationen auf der fortgeschrittensten Stufe der Digitalisierung genießen 20 % mehr wirtschaftlichen Nutzen als jene auf der Ausgangsstufe. [7]

Die Digitalisierung senkt nachweislich die Arbeitslosigkeit, verbessert die Lebensqualität und ermöglicht den Bürger*innen einen besseren Zugang zu sozialen Einrichtungen. Schließlich ermöglicht die Digitalisierung den Regierungen, ihre Arbeit transparenter und effizienter zu gestalten.

2.3. Das Aufkommen der Digitalisierung im Tourismus

Die vierte industrielle Revolution oder Industrie 4.0 verändert die meisten Branchen und stellt sie vor neue Herausforderungen. Industrie 4.0-Technologien können als Allzwecktechnologien (GPT) betrachtet werden [11] , [12] , [13]

Der Tourismus ist nicht weit von modernen Trends entfernt. Datenbrillen, Sprachsteuerung oder der Einsatz von Servicerobotern gewinnen immer mehr an Bedeutung. Digitalisierte Dienstleistungen in Echtzeit oder einzigartige Designlösungen sorgen für besondere technische Innovationen und erhöhten Komfort. Am stärksten von digitalen Innovationen begünstigt ist zweifelsohne das Luxussegment. In Mittelklassehotels ist die Spezialisierung auf ein bestimmtes Thema entscheidend. In der Budget-Hotellerie hingegen konzentriert man sich auf individuelle Dienstleistungen und schafft alles Unnötige ab.

Durch die Minimierung der Dienste kann der gesamte Aufenthalt über eine einfache Anwendung gesteuert werden, die auf dem Telefon installiert werden kann. [14]

Der Tourismus ist ein komplexer Wirtschaftsbereich, der sich selbst als "ein Cluster von Produktionseinheiten in verschiedenen Branchen beschreibt, die Konsumgüter und Dienstleistungen bereitstellen, die von Besucher*innen nachgefragt werden" [15] , [16] . Die Notwendigkeit, die verschiedenen Akteure des Tourismus (Reiseveranstalter, Dienstleister,



Verbraucher von touristischen Produkten) zu koordinieren, führte zur Einbeziehung von IT-Technologien in den Tourismussektor. Der Übergang zur digitalen Wirtschaft hat den Wandel in der Tourismusbranche beschleunigt - weg von einem traditionellen Ansatz für Transaktionen hin zu einem neuen Geschäftsmodell (E-Business). Es hat sich eine Vielzahl von E-Business-Modellen entwickelt: elektronische Buchungsplattformen für verschiedene Informationsvermittler; elektronische Plattformen, die verschiedene Unternehmen der Tourismusbranche integrieren; und ein virtuelles Gemeinschaftsmodell, das eine Internetplattform für die Kommunikation zwischen den Verbraucher*innen touristischer Dienstleistungen darstellt. Die Möglichkeiten, die die digitalen Technologien im Tourismus bieten, zeigen zwei Aspekte aus der Sicht der Verbraucher*innen und der Anbieter*innen von touristischen Dienstleistungen. Erstens können die Verbraucher*innen mit minimalem Aufwand nach einem touristischen Produkt suchen, sich online beraten lassen, ein Reiseziel bewerten und auswählen und die Kosten für die Inanspruchnahme touristischer Dienstleistungen minimieren. Zweitens erhöht die Digitalisierung die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens auf dem Markt für touristische Dienstleistungen für die Produzent*innen touristischer Produkte. [17]

Die Digitalisierung und das Aufkommen neuer digitaler Technologien haben auch den Tourismussektor verändert. Ohne Digitalisierung wäre die Entwicklung des Tourismus heute nicht denkbar. Unternehmen, die sich mit der Digitalisierung befassen und neue Technologien erfolgreich anwenden, werden eindeutig einen Wettbewerbsvorteil erlangen, so dass die Bedeutung dieses Themas außer Frage steht. Die Institutionen des Tourismussektors befinden sich in einem tiefgreifenden, noch nie dagewesenen Wandel, der das Wachstum des Sektors wahrscheinlich auf Jahrzehnte hinaus beeinflussen wird. Einer der bestimmenden Prozesse dieses Wandels ist das Aufkommen und die Verbreitung der Digitalisierung und neuer digitaler Technologien im Tourismus und in den Tourismusunternehmen. Die Digitalisierung ist heute ein Schlüsselfaktor, der Gesellschaft und Wirtschaft kurz- und langfristig prägen wird. Die Auswirkungen der Digitalisierung werden so groß sein, dass viele Fachleute ihre Bedeutung bereits mit der industriellen Revolution vergleichen. Die angeführte Studie gibt einen kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Digitalisierung im Tourismus und untersucht ihre potenziellen Auswirkungen auf Tourismusunternehmen auf der Grundlage von Erkenntnissen aus der internationalen Literatur. Sie befasst sich auch mit der Rolle der Digitalisierung im Krisenmanagement und skizziert mögliche zukünftige Entwicklungspfade im Tourismussektor. [18]

Autoren, die sich mit Tourismus und Gastgewerbe befassen, weisen darauf hin, dass es nur wenige Untersuchungen darüber gibt, wie die Einführung von auf künstlicher Intelligenz basierenden Lösungen, virtuellen Anwendungen und intelligenten Technologien die Beziehung zwischen Verbraucher*innen und Arbeitgeber*innen in Zukunft verändern wird. [19]



2.4. Digitale Technologien im Tourismus - Aktuelle Entwicklungstrends

In der Praxis ist die wichtigste Ressource der Digitalisierung das Vorhandensein unbegrenzter, genauer, zuverlässiger, realer und zeitnaher Daten. Und das Internet mit unbegrenztem Zugang ist die wichtigste Plattform für das Wachstum des digitalen Marktes [20]. Mit einer Regierungsstrategie kann die digitale Technologie das Wachstum des Tourismussektors ankurbeln und auf diese Weise zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Erhöhung der Lebensqualität der Einwohner*innen beitragen. Laut Parshin und Parshina [21] sollte die Einführung der Digitalisierung im Tourismussektor in drei Bereichen erfolgen:

1. Im technischen Bereich, in dem alle technischen und technologischen Lösungen strukturiert, sicher und geprüft sein müssen.
2. im institutionellen und wirtschaftlichen Bereich, der die Einführung neuer Verwaltungssysteme und kommerzieller Konzepte auf der Grundlage elektronischer Dinge ermöglicht, und schließlich
3. Auf dem Gebiet des industriellen IoT und der Blockchain-Technologie und ihrem institutionellen Hintergrund. [22]

Die ersten digitalen Dienste, die Reisenden angeboten wurden, waren Plattformen für die Reservierung von Unterkünften und den Kauf von Fahrkarten, unter denen die Verkaufsplattformen von Booking.com und Avia hervorzuheben sind. Heutzutage ist es unmöglich, sich eine Reise ohne den Einsatz digitaler Medien vorzustellen. [20] Die wichtigsten Akteure der Digitalisierung sind die Kunden, die ein touristisches Produkt auf der Grundlage von Empfehlungen, persönlichen Erfahrungen und Kenntnissen sowie Werbung auswählen haben. [20] Die Forschungsergebnisse belegen auch die wachsende Rolle digitaler Anwendungen bei der Reiseplanung. Nur 51 % der Reisenden kauften Reisen, die von Reisebüros angeboten wurden, und nur etwa ein Drittel der Tourist*innen besucht das Reisebüro persönlich, wenn sie touristische Produkte kaufen. Die meisten europäischen Besucher*innen und mehr als die Hälfte aller Reisenden weltweit wählen digitale Tourismusanwendungen für die Routenplanung. [21]

Im 21. Jahrhundert tritt der digitale Tourismus daher in verschiedenen Formen auf, von denen eine der Online-Kauf von Reisen ist, die von Reisebüros angeboten werden. Zu den Websites, die solche Dienste anbieten, gehören u. a. die Reisesuchmaschine My burning, der Reisesuchalgorithmus von Avianca und der Online-Buchungsshop Travelata.ru. In den letzten zehn Jahren haben sich Dienste verbreitet, die es Unternehmen ermöglichen, Reisebürodienste anzubieten - unter Verwendung von Suchmaschinen, die auf vordefinierten Parametern basieren und individuelle Präferenzen und Bedürfnisse berücksichtigen.



Diese Internetressourcen ermöglichen es, Last-Minute-Reisen zu finden und die Entwicklung der Reisepreise zu verfolgen, so dass die Verbraucher*innen das Tourismusprodukt zum optimalen Zeitpunkt kaufen können. [23]

Der jüngste Schritt in der Digitalisierung des Tourismus ist die Schaffung von Smartphone-Plattformen, die für die Planung und Durchführung von Reisen und Ausflügen genutzt werden können. Im Jahr 2018 nutzten potenzielle Verbraucher*innen häufiger als 2017 mobile Anwendungen, um nach öffentlichen Verkehrsmitteln zu suchen. [22]

Die Entwicklung der digitalen Technologie in der Tourismusbranche zeigt sich also auf vielfältige Weise, z. B. durch den Online-Kauf von komplett vorbereiteten Reisepaketen, die von Reiseunternehmen entworfen wurden, oder durch die Entwicklung von Smartphone-Anwendungen.

Durch die Digitalisierung des Tourismus werden in Zukunft traditionelle Unternehmen mit physischen Büros aus dem Tourismussektor verdrängt, und die parameterbasierte Reiseplanung, die sich an den spezifischen Bedürfnissen der Kund*innen orientiert, schreitet voran. Tourismusunternehmen, die ihren Kund*innen individuellere Optionen und Dienstleistungen anbieten können, haben dadurch einen Wettbewerbsvorteil und können auf treue, wiederkehrende Kund*innen zählen. Ständige, wiederkehrende Kund*innen garantieren das langfristige Überleben von Reiseunternehmen. [24]

Neben der Anwendung neuer Technologien ist die Digitalisierung einer der wichtigsten Faktoren, um das Überleben der Tourismusbranche zu sichern, da sie dazu beiträgt, die Sicherheit der Reisenden zu erhöhen, das Besucher*innenerlebnis zu verbessern und Nachhaltigkeit und Effizienz zu fördern. Folglich ist die Digitalisierung für die weitere Entwicklung der Tourismusbranche unerlässlich. Dazu müssen sich auch die Hotels an der Modernisierung beteiligen und aktuelle Entwicklungskonzepte aufgreifen. Zu den bemerkenswerten Konzepten im Bereich des Tourismus gehören die folgenden

Intelligenter Tourismus: Die Unternehmen haben Zugang zu digitalen Technologien, die es ihnen ermöglichen, aktuelle, weltweite Daten zu analysieren, um die Entscheidungsfindung zu erleichtern. So erhalten sie Daten in Echtzeit und sparen Zeit, indem sie Informationen aus verschiedenen Quellen sammeln. Smart Tourism ist ein Konzept, das das Unternehmen den Prinzipien eines "umweltfreundlichen Unternehmens" näher bringt, indem es die Ausgaben für Papier reduziert. [25] Auf der Grundlage der Entscheidung der Europäischen Kommission wird Dublin im Jahr 2024 die Hauptstadt des intelligenten Tourismus sein. Dublin hat in seiner Strategie eine Agenda für intelligenten Tourismus umgesetzt, die Gemeinschaft, Technologie und Innovation zusammenbringt, um das traditionelle Tourismuserlebnis mitzugestalten und zu verändern. [26][27][28]



Innovationen im Bereich der großen Daten: Unternehmen können nun Produkte oder Dienstleistungen anbieten, die auf die Vorlieben und Bedürfnisse der Besucher*innen zugeschnitten sind. Eine bessere Verwaltung der Einnahmen wird möglich, indem Vergleiche anhand der bei der Datenerfassung gesammelten Informationen angestellt und künftige Bedürfnisse und Trends vorhergesagt werden. Die Vorteile des Konzepts werden unter anderem in einem Artikel des Ungarischen Tourismusverbandes aus dem Jahr 2021 erörtert. [29]

Kontaktlose Technologien: Die kontaktlose Technologie setzt sich in Unternehmen immer mehr durch, vor allem aber in der Hotellerie, die einen Aufschwung erlebt. Die kontaktlose Technologie ist eine wichtige Entwicklung, die es den Gästen ermöglicht, Geld zu überweisen oder eine Dienstleistung zu buchen, eine Hotelunterkunft anzufordern und sogar ihr Apartment über ein mobiles Gerät zu erreichen. Durch die Vermeidung persönlicher Interaktion erleichtert all dies die Kontrolle des Hotels, indem es die Wartezeit verkürzt, die Geschwindigkeit erhöht und die Sicherheit verbessert. [30]

Business Intelligence: Die Digitalisierung von Unternehmen macht es einfacher, Daten über Kund*innen zu sammeln. Die Aktivitäten der Nutzer*innen können nachverfolgt werden, so dass das Unternehmen die Konsumgewohnheiten seiner Gäste verstehen und analysieren kann, um ihr Erlebnis zu verbessern und personalisierte Dienstleistungen anzubieten. [31]

Intelligente Reiseziele: Diese werden geschaffen, um die Bedürfnisse der Besucher*innen nach einzigartigen Dienstleistungen zu erfüllen. Intelligente Reiseziele sind Orte, die mit der modernsten technologischen Infrastruktur ausgestattet sind und so das langfristige Wachstum der Tourismusregion gewährleisten. Jeder kann diese Entwicklungen nutzen; die Besucher*innen können sich mit ihrer Umgebung verbinden, und die Entwicklungen erhöhen die Qualität der Erfahrung, die man beim Besuch des Ortes macht. [32]

Öko-Apps: Mehrere Unternehmen haben die Möglichkeit erkannt, ihre eigenen Apps zu entwickeln, die den Besucher*innen möglichst umfassende Öko-Wanderungen bieten. Bei der Entwicklung der Anwendungen wird dem Thema Nachhaltigkeit besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und die Unternehmen bieten ein auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes Erlebnis. Auf diese Weise fördern die Unternehmen einen Tourismus, der mehr Rücksicht auf die Umwelt und das Ökosystem nimmt. [33]

Öko-Apps sind mobile Anwendungen, mit denen Menschen und Unternehmen mühelos ihren ökologischen Fußabdruck verringern können. Vom Ausgleich der Kohlendioxidemissionen bis zur Förderung des ethischen Einkaufs helfen diese Anwendungen ihren Nutzer*innen, ihr Handeln umweltfreundlicher zu gestalten. [34] Die folgende Tabelle enthält eine Auswahl umweltfreundlicher mobiler Anwendungen, die derzeit auf dem Markt erhältlich sind. (Tabelle [35])



Tabelle 1: Eco-app Beispiele

Kategorie	Beispiel einer Öko-Anwendung	Beschreibung
Verfolgung des ökologischen Fußabdrucks	JouleBug [36]	JouleBug ist eine mobile App zur Einbindung von Mitarbeiter*innen, die sie anleitet und mobilisiert, sich für die Nachhaltigkeitsziele Ihres Unternehmens einzusetzen. Es ist sowohl für Android- als auch für Apple-Plattformen verfügbar.
Recycling und Abfallwirtschaft	RecycleCoach [37]	RecycleCoach bringt den Benutzer*innen bei, wie man richtig recycelt. Es ist sowohl für Android- als auch für Apple-Plattformen verfügbar.
Nachhaltiges Einkaufen	Good On You [38]	Good On You hilft bei Umweltverschmutzung, Abfall und Menschenrechtsverletzungen. Es ist sowohl für Android- als auch für Apple-Plattformen verfügbar.
Energie-Effizienz	Kill-Ur-Watt [34]	Kill-Ur-Watts ermöglicht es den Kund*innen, ihren Stromverbrauch einzusehen, zu verfolgen und zu verwalten, um den Energieverbrauch zu senken.
Nachhaltiger Transport	BlaBlaCar [39]	BlaBlaCar hilft sowohl Fahrgästen als auch Fahrer*innen, bei der Fahrt mit dem Auto vom Abfahrtsort zum Zielort Geld zu sparen.



		Es ist sowohl für Android- als auch für Apple-Plattformen verfügbar.
Öko-Herausforderungen und Gamification	EcoCred [40]	Mit der EcoCRED-App können Sie Ihren CO ₂ -Fußabdruck messen und durch einfache, tägliche Maßnahmen umweltfreundliche Gewohnheiten entwickeln. Es ist sowohl für Android- als auch für Apple-Plattformen verfügbar.

Anpassungsfähige und intelligente Technologien: Unternehmen können Methoden zur Werbung für ihre Dienstleistungen nutzen, wie z. B. "Live-E-Commerce" oder Live-Übertragungen über soziale Netzwerke. Dies erleichtert den Online-Einkauf und schafft einen wechselseitigen, interaktiven Dialog mit den potenziellen Kund*innen. [41], [42]

Laut Mc Kinsey France (2014) wandelt sich der Tourismus vom Gastgewerbe zum Gastgewerbe 4.0, und der Tourismus ist einer der digital am weitesten entwickelten Sektoren. Dementsprechend zielt laut der Studie von Ben Youseff und Zeqiri (2020) das Gastgewerbe 4.0 auf die Schaffung von personalisierten und digitalisierten Dienstleistungen für die Verbraucher*innen ab. Sie soll den Massentourismus reduzieren und individualisierte Erfahrungen und Nachhaltigkeit ermöglichen. [43] Smart Hospitality beinhaltet ein interoperables und vernetztes System, das den Austausch von Informationen ermöglicht und über digitale Plattformen einen Mehrwert für das gesamte Ökosystem der Beteiligten bietet. [23][44]

Industrie 4.0 hat das Verbraucher*innenverhalten in Bezug auf die Nutzung von Gastgewerbeleistungen verändert. Laut [44] wird das intelligente Gastgewerbe die Kund*innen in den Mittelpunkt des Prozesses stellen, indem es personalisierte und kontextbezogene Dienstleistungen und Erfahrungen bietet und den Austausch von Informationen entlang der Wertschöpfungskette ermöglicht. Des Weiteren betonen Ben Youssef und Zeqiri (2020), dass die Verbraucher*innen von einer digitalen Umgebung profitieren werden, die es ihnen ermöglicht, sich mit Hilfe digitaler Technologien an verschiedenen Aktivitäten zu beteiligen. Die Verbraucher*innen sind nicht mehr mit der Bereitstellung grundlegender Einrichtungen zufrieden, und das Gastgewerbe muss sich ändern, um ihre Erwartungen zu erfüllen. In der nachstehenden Tabelle werden diese Technologien und ihr Einsatz im Gastgewerbe beschrieben. (Tabelle 2)



Tabelle 2: Hauptpfeiler des Gastgewerbes 4.0 [14]

Autoren	Säule	Beschreibung der Technologie	Die Technologie im Gastgewerbe
Lee et al., 2015	CPS	CPS werden definiert als integrierte und miteinander verbundene physische und virtuelle Anordnungen, die auf Berechnungs-, Kommunikations- und Kontrollsystemen basieren.	CPS umfasst zwei Aspekte: erstens die Verknüpfung der physischen und der Cyberwelt, die den Zugang zu Echtzeitdaten ermöglicht, und zweitens die intelligente Datenverwaltung, die Analyse und die Berechnungsfähigkeit.
Munir et al., 2017; Kansakar et al., 2019	IoT	Das Internet der Dinge (IoT) umfasst die Vernetzung von physischen Geräten und Cyberwelten.	Das Internet der Dinge ermöglicht die Interaktion mit den Tourist*innen und die Sammlung von Echtzeit-Tourist*innendaten, wodurch personalisierte und lokalisierte Dienstleistungen geschaffen und das Verhalten und die Vorlieben der Tourist*innen genau bewertet werden kann.
van Krevelen und Poelman, 2010; Kounavis et al., 2012	AR	AR beinhaltet die Kombination von realen und virtuellen Objekten in einer realen Umgebung, die Synchronisierung von realen	AR bietet Tourist*innen personalisierte Dienstleistungen und mehrere zusätzliche



		und virtuellen Objekten und die Interaktion in 3D und Echtzeit.	Vorteile. Sie ermöglicht es Tourist*innen, Informationen und Meinungen mit anderen Tourist*innen in großen Netzwerken zu teilen und auszutauschen
Desai et al., 2014; Wiltshier und Clarke, 2016.	VR	VR simuliert die Realität. VR ist "eine computersimulierte (3D-)Umgebung, die den Benutzer*innen das Gefühl gibt, in dieser Umgebung zu sein".	VR bietet den Menschen die Möglichkeit, zu geringen Kosten virtuell zu reisen und trägt zu einem nachhaltigen Tourismus bei.
Ben et al., 2020; Buhalis et al.	Große Daten	Big-Data-Analysen beziehen sich auf die jüngsten technologischen Entwicklungen, die die Datenverarbeitung und -analyse ermöglichen.	Im Gastgewerbe umfasst Big Data interne und externe Big Data. Die Daten können nach ihren Merkmalen und ihrer Art klassifiziert werden, und die Akteur*innen des Gastgewerbes können auf diese Daten zugreifen und sie nutzen, um strategische Geschäftspläne zu erstellen und ihren Betrieb auf dynamische Weise zu verwalten.
Tung und Law, 2017; Horváth und Szabó,	KI und Roboter	KI und Roboter werden an Arbeitsplätzen eingesetzt, um den Kontakt zu Menschen in	KI und Roboter werden im Hotel- und



<p>2019; Ben et al., 2020;</p>		<p>einem gemeinsamen, nicht-industriellen Umfeld aufrechtzuerhalten, und können Menschen bei Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten ersetzen.</p>	<p>Gaststättengewerbe eingesetzt, um personalisierte und einzigartige Erlebnisse zu schaffen, zum Beispiel in Reiseinformationszentren am Flughafen.</p>
--------------------------------	--	--	--

Abbildung 2 zeigt das Modell des digitalen Tourismus. Digitale Werkzeuge verbinden die Nachfrage- und die Angebotsseite und bieten neue Möglichkeiten, genauere Informationen bereitzustellen/zu erhalten. Das Modell zeigt ein offenes System, in dem externe Umwelteinflüsse (Globalisierung, Digitalisierung, technologische Entwicklung) und interne Einflüsse (Marketingforschung, Management, Marketinginformationssystem, Personalwesen) den Betrieb ebenfalls beeinflussen. Die Verknüpfung von Nachfrage (potenzielle Tourist*innen) und Angebot (Dienstleister, Reiseziele) erfolgt mit digitalen Werkzeugen unter Verwendung der Marketing-Toolbox.

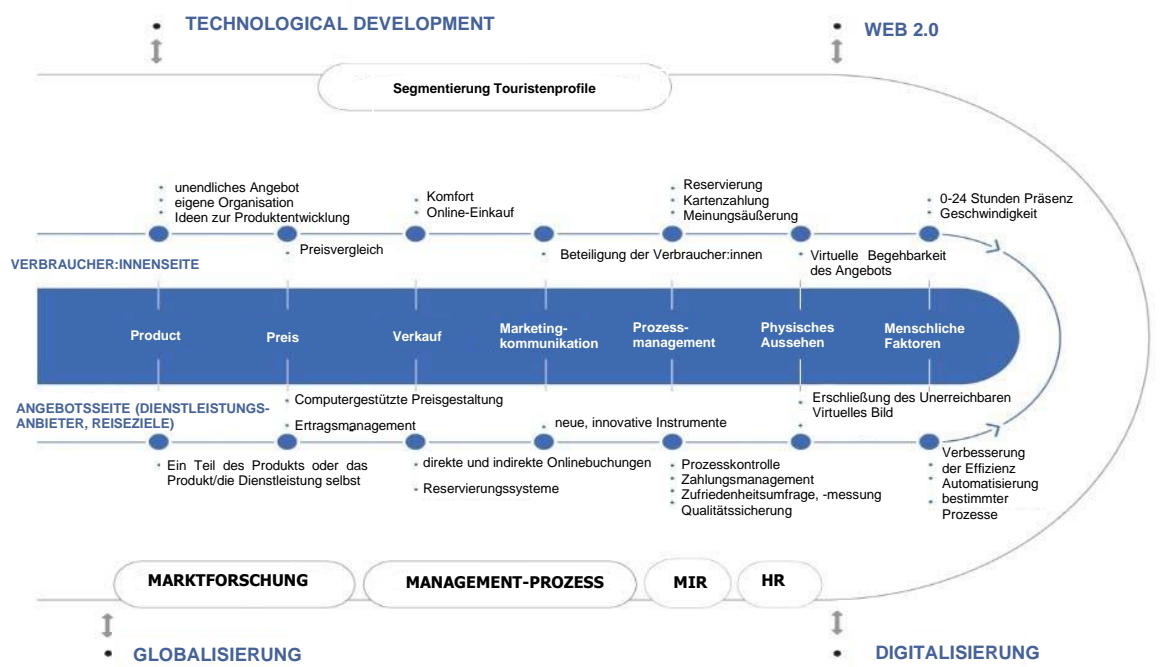


Abbildung 2: Das Modell des digitalen Tourismus.

Quelle: Hopp und Ivancsó Horváth, Grafik übersetzt auf Deutsch [45]



Die wichtigsten Merkmale des Modells sind die folgenden:

- Der Tourist / Die Touristin ist an der Gestaltung des Produkts beteiligt.
- Die Touristen beeinflussen die Echtzeitentwicklung der Preise.
- Der Hauptverkaufsort ist der online/virtuelle Raum.
Die Online-Kommunikation steht beim Aufbau und der Pflege von Beziehungen zu den Verbraucher*innen an erster Stelle. [45],

3. Entwicklung von Einrichtungen des Kulturtourismus im Bereich der Digitalisierung

3.1. Entwicklung der Digitalisierung in traditionellen Museen

3.1.1. Ursprünge des Begriffs "digitales Museum"

Der Begriff "digitales Museum" wurde erstmals 1994 von Ben Davis in einem Artikel über eine Ausstellung im MIT Museum geprägt. Für Davis bedeutete digitales Museum den Prozess der Entwicklung von einer kuratorenzentrierten Institution hin zu einem besucher*innenzentrierten Museum durch den Einsatz digitaler Techniken. [46], [47]

Im Laufe der Jahre erhielt der Begriff eine Vielzahl neuer Bedeutungen, wie z. B. das Auftreten von Museen im Internet, die Digitalisierung von Sammlungen, die vollständig virtuellen Museen und interaktive Interpretationstechniken bei Ausstellungen. [46], [48]

Beispiele hierfür sind die folgenden:

- ein ausschließlich virtuelles Museum, das nur im Internet existiert,
- der digitale Fußabdruck eines realen Museums, der sogar dessen physische Umgebung nachbilden und dessen räumlicher Anordnung folgen könnte,
- eine gemeinsame Online-Datenbank mehrerer verschiedener Museen,
- eine physische Ausstellung ohne reale Artefakte, die durch Simulationen und virtuelle, realitätsgestützte digitale Kopien ermöglicht wird,
- und die Einführung von digital erstellten Artefakten, die nie physisch existierten [46] , [47]

Ein digitaler Fußabdruck (auch digitaler Schatten, elektronischer Fußabdruck) ist eine Reihe von Daten, die eine Person beim Netzverkehr hinterlässt, z. B. beim Surfen im Internet, beim Chatten in einer Instant-Message-Anwendung, beim Senden einer E-Mail über eine Client-



Anwendung, beim Übermitteln von Informationen (Registrierung eines neuen Profils, Hochladen eines Bildes, sogar beim Einloggen). Ein digitaler Fußabdruck kann verwendet werden, um die Online-Aktivitäten und Geräte einer Person zu verfolgen. Der Fußabdruck einer Organisation ist komplexer. Er besteht aus der gesamten Online-Präsenz des Unternehmens, einschließlich aller öffentlichen und privaten Internet-Aktivitäten, Inhalte und Aktivitäten. Offizielle Websites, mit dem Internet verbundene Geräte und vertrauliche Datenbanken sind alle Teil des Fußabdrucks eines Unternehmens. Sogar die Handlungen der Mitarbeiter*innen - z. B. das Versenden von E-Mails über Firmenkonten - tragen zum Fußabdruck eines Unternehmens bei. [49]

Die am weitesten akzeptierte Definition eines digitalen Museums umfasst alles, was die Interpretationsaktivitäten von physisch existierenden Kulturerbe-Institutionen durch die Nutzung digitaler Technologien unterstützt und erweitert. [46][47]

3.1.2. Der Paradigmenwechsel hin zu einem partizipativen Museum

Die Entstehung des digitalen Museums ist Teil eines längeren Prozesses, der einen philosophischen Wandel im Selbstverständnis und in der Aufgabe von Museen darstellt. In früheren Zeiten drückte die Institution Museum Autorität und kanonisierende Macht aus: Das Publikum besuchte es als "Heiligtum der Weisheit" mit der Absicht, neues Wissen zu erlangen. [46]

Diese uralte Auffassung änderte sich mit dem Aufkommen des Konzepts eines "partizipatorischen Museums", das als Einrichtung des öffentlichen Dienstes wahrgenommen wird. Der Paradigmenwechsel wurde (auf der Grundlage bestimmter Quellen) durch das Aufkommen des interaktiven Web 2.0 und die anschließende Verwischung der Trennlinie zwischen Hoch- und Populärkultur ausgelöst und führte zu einer Kanonisierung der Gemeinschaft. Und mit dem Web 2.0 wurde wohl jeder nicht nur zum Konsumenten von Inhalten, sondern auch zum Produzenten - und nahm damit ehrwürdigen Institutionen wie Museen die kanonisierende Autorität und ordnete die kulturelle Hierarchie neu. [47]

Aufgrund der "Demokratisierung" der Museen versuchten diese Einrichtungen, durch Audioguides, Kinderprogramme, Souvenirshops usw. eine breitere Öffentlichkeit zu erreichen. Diese neue gesellschaftliche Aufgabe muss natürlich mit den besonderen Bedürfnissen der digitalen Generation, die im Informationszeitalter aufgewachsen ist, rechnen. Die Jugend von heute kann nur über ihre Gewohnheiten der Informationsbeschaffung, Kommunikation und Unterhaltung erreicht werden. Die gesellschaftliche Einbettung und die Ausweitung der Besucherzahlen ist das zentrale Ziel des Einsatzes digitaler Technologien in Museen, um auch für zukünftige Generationen relevant zu bleiben. [46]



3.2. Der Prozess und die Schritte der musealen Digitalisierung

Die Digitalisierung der Museen begann mit der Erstellung von Webseiten und der Digitalisierung von Sammlungen, was die elektronische Archivierung von schriftlichem und fotografischem Material (oder die Sammlung von digitalem Material wie Ton) bedeutete, gefolgt von dreidimensionalen digitalen Kopien von realen Artefakten. Mehrere Institutionen haben diese digitalen Sammlungen sogar über das Internet einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht, was zur Schaffung aggregierter Online-Sammlungen geführt hat, die die Materialien zahlreicher verschiedener Museen vereinen und online durchsuchbar machen (wie das 2008 gestartete EUROPEANA-Projekt, das die digitalisierten Sammlungen von mehr als 2000 Kultureinrichtungen vereint). [46][50]

In einem nächsten Schritt wurde eine besucher*innenorientierte Präsentation der Sammlungen mit kreativen, erlebnisorientierten Methoden verfolgt - mit dem Ergebnis einer interaktiven Ausstellung. Dieser Punkt kann als eine Verschmelzung zwischen einer traditionellen Ausstellung und den erweiterten Möglichkeiten, die bisher nur die Museumspädagogik bot, interpretiert werden. Dies kann virtuell (ohne die Institution physisch zu besuchen) durch Online-Spiele und Entdeckungsmethoden und innerhalb der Ausstellung als Ergänzung zum eigentlichen Objekt und Ort erreicht werden. [50]

Die einfachsten Formen digitaler Besucher*inneninteraktionen sind QR-Codes für den Zugriff auf zusätzliche Inhalte oder Quizfragen, aber sie können auch multisensorische Virtual-Reality-Erlebnisse und gemischte Realität wie die virtuelle Erweiterung physischer Objekte umfassen. [48]

Die COVID-19-Pandemie hatte eine katalytische Wirkung auf die Digitalisierung von Museen und die Erstellung digitaler Inhalte. (Korunk 104.) Die häufigste Auswirkung war eine verstärkte Präsenz in den sozialen Medien (40,5 % der europäischen Museen), die Organisation von Online-Veranstaltungen (21,4 %) und eine zunehmende Online-Verfügbarkeit von Sammlungen (18,2 %), aber es gab insbesondere Online-Ausstellungen (13,6 %) und Bildungsprogramme (12,7 %). [48]

3.3. Entwicklung der Digitalisierung von Freilichtmuseen

Das Thema Digitalisierung ist bei Freilichtmuseen in der Literatur weniger gut behandelt als bei regulären Museen, obwohl diese Einrichtungen in der Praxis die positiven Effekte der modernen Technik ebenso gut nutzen.

Im September 2024 wurde in den Niederlanden eine bahnbrechende Konferenz zu diesem Thema veranstaltet, an der Fachleute aus ganz Europa und sogar aus Japan, China und den USA teilgenommen haben. Die Ergebnisse dieser Veranstaltung, werden wertvolle Quellen für die weitere Forschung in diesem Bereich sein. [51]



- In Anbetracht des Mangels an umfassenden Studien, die einen Überblick über die technologischen Entwicklungen in Freiluftkultureinrichtungen geben, ist es unerlässlich, ausgewählte gute Praktiken vorzustellen. Das estnische Freilichtmuseum in Tallinn hat eine spezielle mobile Anwendung eingeführt (die im App-Store heruntergeladen werden kann), die einen mehrsprachigen Audioguide enthält, der den Besucher*innen durch die Einrichtung mit 64 interessanten Punkten führt, unterstützt durch eine interaktive Karte mit Geolokalisierungsfunktionen. Darüber hinaus bietet sie ein Abenteuerspiel mit Augmented-Reality-Techniken, um die Besucher*innen auf spielerische Art und Weise durch Ziele zu lehren, während sie durch die Räumlichkeiten der Einrichtung reisen. [52]
- Das Freilichtmuseum Lagazuoi in den italienischen Alpen erinnert an die Schlachten des Ersten Weltkriegs, die in den Tunneln und Schützengräben des Berges zwischen den Truppen Italiens und Österreich-Ungarns ausgetragen wurden. Die App ist auf der Website des Freiluftmuseums verfügbar und läuft in einem Internetbrowser, kann aber auch offline genutzt werden, da in Teilen des Museumsgeländes kein Mobilfunksignal verfügbar ist. Die Interaktion mit der App erfolgt durch die Eingabe von Codes, die auf Tafeln an 130 Sehenswürdigkeiten der beiden wählbaren Pfade zugänglich sind. Auf diese Weise können die Besucher*innen auf Texte, Bilder sowie Audio- und Videomaterial zu den Sichtungen zugreifen. [53]
- Das Freilichtmuseum Ballenberg in der Schweiz beherbergt auf einer Fläche von 66 Hektar zahlreiche Sehenswürdigkeiten, die auf verschiedenen Rundgängen erkundet werden können. Zur Navigation können die Besucher*innen Papierkarten verwenden, die an den Eingängen ausliegen, oder die digitale Karte auf der Website des Museums. Diese digitale Karte ist interaktiv: Sie können auf die Anzahl der Sehenswürdigkeiten klicken, um mehr Informationen darüber zu erhalten. Darüber hinaus bietet die Einrichtung auch einen digitalen Museums-Guide an, der ebenfalls in ihre Webseite eingebettet ist. Dazu werden QR-Codes verwendet, die an den Informationstafeln der 110 Gebäude oder an den Haltepunkten der Führungen angebracht sind. Auf diese Weise können Besucher*innen nicht nur zusätzliche Informationen abrufen, sondern auch an Rätseln und Schnitzeljagden teilnehmen.
- Die mobile App des rumänischen Astra-Museums kann aus dem App-Store heruntergeladen werden und bietet eine Kartenansicht (die anscheinend die Funktionen von Google Maps enthält) und einen Audioguide.

4. Digitale/technologische Systeme auf dem Markt

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über wichtigsten IT-basierten Technologien, die heute aufkommen. Einige Abschnitte befassen sich auch mit ihren Verbindungen zu Museen, aber das Hauptziel ist es, einen umfassenden Überblick über die aktuellen technologischen Trends weltweit zu geben.



4.1. Virtuelle Realität (VR), Erweiterte Realität (AR), Gemischte Realität (MR), Erweiterte Realität (XR)

Da die Digitalisierung immer weiter fortgeschritten ist, gibt es mehrere moderne technologische Lösungen/Funktionen, die eine Anwendung, ein Gerät oder die Informationen, die Sie weitergeben möchten, angenehmer machen. Diese Technologien sind besonders wichtig für Kultureinrichtungen wie Museen, und wenn es um Freilichtmuseen geht, ist es besonders wichtig, die Geschichte des Ortes auf eine interaktive und unterhaltsame Weise zu präsentieren. Der Titel dieses Unterkapitels weist auf die zur Diskussion stehenden Technologien hin. Bevor jedoch die einzelnen Technologien im Detail untersucht werden, ist es wichtig, sie zu definieren, da diese Begriffe oft falsch verwendet oder miteinander vermischt werden. Die meisten Menschen beziehen sich zwar auf AR und VR, aber diese Terminologie allein reicht nicht aus. Daher werden im Folgenden die einzelnen Technologien, ihre Definition und die Verbindungen zwischen ihnen untersucht. [54] Zunächst ist es wichtig, drei Begriffe zu klären: virtuelle Realität (VR), erweiterte Realität (AR) und gemischte Realität.

4.1.1. Virtuelle Realität (VR)

Virtuelle Realität ist eine computergenerierte virtuelle 3D-Umgebung, die es den Benutzer*innen ermöglicht, mit 3D-Informationen zu interagieren und diese anzuzeigen. Diese Computerumgebung simuliert die Realität mit Hilfe interaktiver Geräte, die Informationen in Form eines Headsets, einer Brille, von Handschuhen oder eines Körperanzugs erfassen und übertragen können. Die Illusion der "Anwesenheit" wird durch Sensoren erzeugt, die im Allgemeinen die Bewegungen der Benutzer*innen in Echtzeit erfassen und das Bild auf dem Bildschirm anzeigen. Obwohl sie ursprünglich für Spiele gedacht war, gibt es inzwischen mehrere VR-Anwendungen, die in verschiedenen Sektoren und Branchen hervorragende Unterstützung bieten. Zum Beispiel in den Bereichen Gesundheit, Bildung und Ausbildung. In der Automobilindustrie beispielsweise ermöglicht die Technologie den Ingenieur*innen, mit dem Design und der Konstruktion eines Fahrzeugs in der Wahrnehmungsphase zu experimentieren, bevor sie sich an kostspielige Prototypen heranwagen. Es gibt eine so genannte VR-Expositionstherapie, die im Gesundheitswesen regelmäßig zur Behandlung von Phobien, posttraumatischen Belastungsstörungen (PTBS) und Angstzuständen eingesetzt wird. Darüber hinaus nutzen Tourismusunternehmen die Virtual-Reality-Technologie, um potenziellen Kund*innen die Möglichkeit zu geben, virtuelle Rundgänge durch Denkmäler, ikonische Reiseziele, Restaurants und Hotels zu unternehmen. Die Verbindung zwischen der Technologie und dem Tourismussektor entwickelt sich rasant. In der Tourismusbranche geht es im Wesentlichen darum, den Menschen Erlebnisse zu bieten. Die Tourismusbranche kann jedoch nicht immer die versprochenen Erlebnisse liefern, so dass es notwendig ist, nicht nur alternative, sondern auch Ersatzerlebnisse und -ziele anzubieten. Rückmeldungen bestätigen, dass Tourist*innen mit solchen auf virtueller Realität basierenden Erlebnisdiensten zufrieden sind, und eine simulierte Umgebung wie Disneyworld verzeichnet



Rekordbesucher*innenzahlen. Der Vorteil von VR besteht darin, dass die Verbraucher*innen diese Erlebnisse in einem Maße auswählen und anpassen kann, wie es bisher nicht möglich war. Es gibt eine Vielzahl von VR-Reise- und VR-Tourismus-Apps, die es den Nutzer*innen ermöglichen, sich in einer virtuellen Umgebung zu bewegen, die auf realen Landschaften basiert, und so unvergessliche touristische Erlebnisse zu schaffen. Und solche Apps können Reisen für viele Menschen zugänglich machen, die es sich nicht leisten könnten. Beispiele für VR-Tourismus sind virtuelle Museumsbesuche, die Navigation durch Gebiete mit Anwendungen wie Google Street View und virtuelle Touren zu beliebten Zielen wie dem Grand Canyon oder der Chinesischen Mauer. [55], [56], [57], [58]



Abbildung 3: Virtuelle Realität

Quelle: <https://www.space.com/best-vr-headsets>

4.1.2. Erweiterte Realität (AR)

Augmented Reality ist eine digitale Technologie, die der realen Welt mithilfe von IT-Tools virtuelle Elemente hinzufügt. Es handelt sich im Wesentlichen um die Kombination von realen, physischen Elementen und virtuellen Elementen in einer realen Umgebung. Es geht darum, die Wahrnehmung der realen Welt mit digitalen Daten zu verändern. Augmented Reality wird als eine Unterkategorie der gemischten Realität definiert und gilt eigentlich als eine Verzerrung der virtuellen Realität. Augmented Reality ist der erste Schritt zur virtuellen Realität. So kann AR beispielsweise dazu verwendet werden, die Art und Weise, wie Menschen miteinander kommunizieren, im Laufe der Zeit zu verändern (z. B. in Form von Hologrammen) - aber es handelt sich immer noch nur um eine Veränderung der Realität - was bereits Teil des Konzepts der gemischten Realität ist. Wenn das digitale Gerät eine vollständige Welt erschafft, d. h. sie ersetzt, und dabei die physische Realität ausklammert: das ist die virtuelle Realität (siehe Punkt 1). Computerinhalte in Echtzeit tauchen in immer mehr Bereichen auf, z. B. im Bildungswesen, in der Medizin, der Robotik, der Fertigung und der Unterhaltung. Derzeit wird Augmented



Reality (AR) hauptsächlich auf Smartphones für Anwendungen wie die Verbesserung von Fotos, die Übersetzung fremdsprachiger Texte oder die Erkennung von Gebäuden eingesetzt. Neben diesen Anwendungen hat AR aber auch ein erhebliches Potenzial zur Unterstützung von Lernen, Arbeit und Unterhaltung. Pokemon Go ist eine der bekanntesten Augmented-Reality-Apps. Augmented Reality spielt auch im Tourismus eine immer wichtigere Rolle, z. B. in der Reisebranche, da sie es Hotels und anderen Unternehmen in diesem Bereich ermöglicht, die physische Umgebung, einschließlich lokaler Sehenswürdigkeiten und Hotelzimmer, leicht zu verändern und zu verbessern. Dieser Ansatz zieht mehr Besucher*innen an. [59], [60], [61], [62] Die folgende Tabelle zeigt einige Beispiele für AR im Tourismus. (Tabelle 3)

Tabelle 3: AR im Tourismus (Beispiele)

Wie	Kurzbeschreibung	Beispiel(e)
Interaktive Hotelelemente	Entwicklung interaktiver Elemente in Hotels zur Verbesserung der Benutzer*innenfreundlichkeit.	1. Im The Hub Hotel wird Augmented Reality in die Wandkarten in den Gästezimmern integriert, so dass die Besucher*innen über ihre Smartphones oder Tablets zusätzliche Informationen über lokale Sehenswürdigkeiten abrufen können, was effektiv als touristisches Informationstool dient. 2. Augmented Reality Reiseführer Florenz - Italien https://www.youtube.com/watch?v=a90DDQZmGj4
Erweiterte touristische Ziele	Es gibt Unternehmen, die AR-Anwendungen entwickeln, die es Tourist*innen ermöglichen, ihr Smartphone auf ein Gebäude oder eine Sehenswürdigkeit zu richten und Informationen in Echtzeit zu erhalten. Wenn man beispielsweise das Smartphone auf ein Restaurant richtet, erhält man sofortige Bewertungen oder	QuestUpon hat sich mit dem Best Western Plus Kelowna Hotel & Suites zusammengetan, um Besucher*innen einen verbesserten Aufenthalt mit einem interaktiven BC Wildlife Adventure zu bieten, das Augmented Reality, Geocaching, Virtual Reality, Quiz und mehr beinhaltet. https://www.youtube.com/watch?v=u6pA4sVVJV0



	eine Speisekarte, und wenn man es auf ein historisches Wahrzeichen richtet, erhält man Informationen über dessen Geschichte.	
Beacon-Technologie und Push-Benachrichtigungen	Diese einzigartige Beacon-Technologie (unter Verwendung von Bluetooth) ermöglicht es Unternehmen und Vermarktern, Push-Benachrichtigungen zu senden oder bestimmte Funktionen zu aktivieren, wenn Personen einen bestimmten Ort betreten.	Eines der besten Beispiele sind die Starwood Hotels, die die Beacon-Technologie eingesetzt haben, damit die Kund*innen ihre Hotelzimmer aufschließen können, sobald sie sich der Tür nähern. Die Technologie kann aber auch genutzt werden, um den Nutzer*innen Karten, Bewertungen, Speisekarten, Sonderangebote oder Rabattgutscheine zu dem Zeitpunkt zu senden, der ihnen am besten passt.
Augmented Reality Gamification	Mit einer AR-Anwendung kann ein Hotel oder Gastgewerbebetrieb das Kundenerlebnis verbessern, indem es ein spielerisches Element in die physische Umgebung einführt.	Best Western hat AR eingesetzt, um Kindern zu ermöglichen, Disney-Figuren in ihren Einrichtungen zu sehen. Für Erwachsene wurden AR-Apps veröffentlicht, mit denen die Nutzer*innen Zimmer umgestalten oder virtuelle Berühmtheiten im Hotel platzieren können.
Das Augmented-Reality-Freilichtmuseum von Artebinaria	Ortsbezogene Museen in erweiterter Realität, entworfen, entwickelt und kuratiert von Artebinaria	Artebinaria bietet allen, die auf den Vrijthof-Platz (Maastricht) kommen, einen kostenlosen Besuch in einem imaginären Museum in erweiterter Realität an, das von Artebinaria (Florenz, Italien) entworfen, kuratiert und entwickelt wurde. https://www.youtube.com/watch?v=JyUdkos22Q

4.1.3. Mixed Reality (MR)

Mixed Reality (MR) ist ein Begriff, der sich auf eine direkte oder indirekte Live-Ansicht einer physischen, realen Umgebung bezieht, deren Elemente durch computergenerierten sensorischen Input wie Ton, Grafiken, Beschriftungen oder (animierte) 3D-Modelle ergänzt werden. [63] In der Praxis werden AR und VR miteinander kombiniert, so dass die Nutzer*innen auf einfache Weise sowohl mit der virtuellen als auch mit der physischen Welt interagieren können. Die gleichen Headsets, die für den Zugriff auf die virtuelle Welt verwendet werden, kommen auch bei Mixed-Reality-Anwendungen zum Einsatz. [63][64]

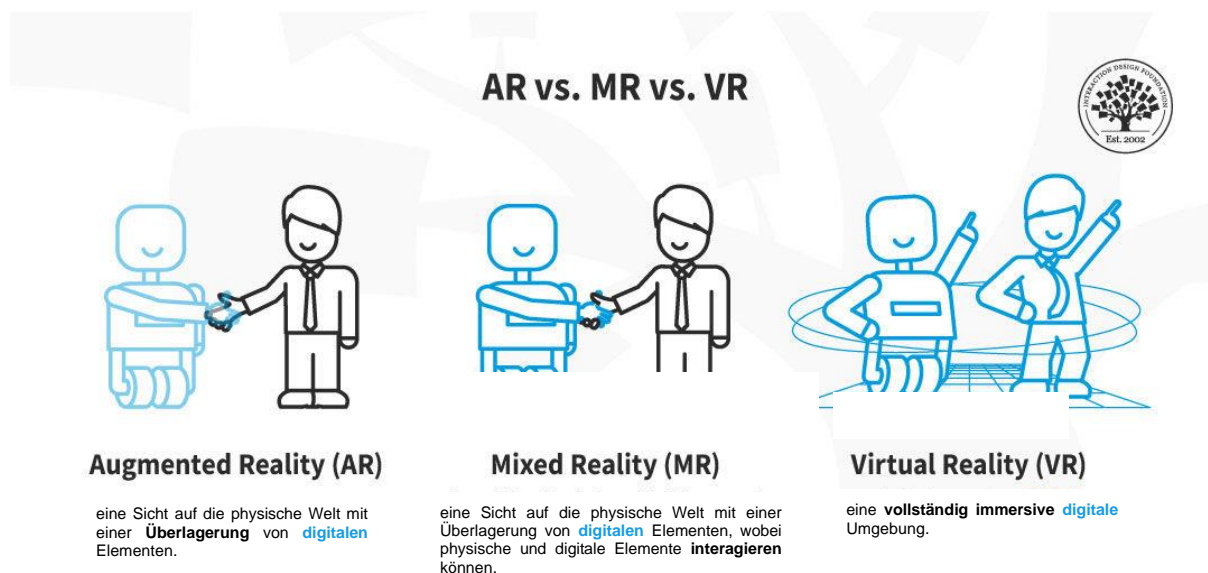


Abbildung 4: AR vs. MR vs. VR

Quelle: [65], Grafik auf Deutsch übersetzt

Abbildung 4 veranschaulicht die Unterscheidung zwischen AR, MR und VR. Bei AR wird die physische Welt mit digitalen Überlagerungen dargestellt, während bei VR der Benutzer / die Benutzerin in eine vollständig digitale Umgebung eintaucht. MR ist ähnlich wie AR, mit digitalen Elementen, die der physischen Welt überlagert werden, aber mit der zusätzlichen Möglichkeit zur Interaktion zwischen physischen und digitalen Elementen.

4.1.4. Erweiterte Realität (XR)

Extended Reality (XR) ist ein Oberbegriff, der jede Art von Technologie umfasst, die die Realität verändert, indem sie der physischen oder realen Umgebung digitale Elemente hinzufügt und so die Grenze zwischen der physischen und der digitalen Welt verwischt. [60]

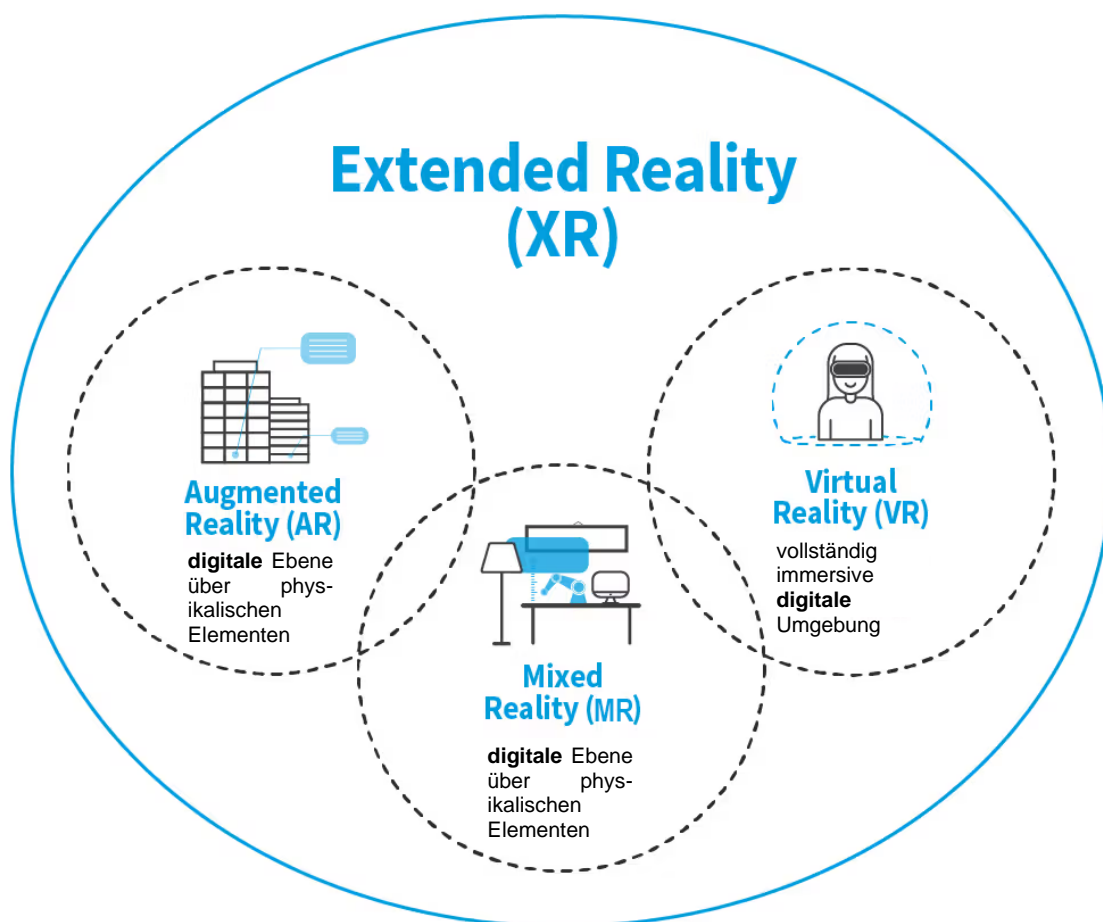


Abbildung 5: Erweiterte Realität (XR)

Quelle: [66], Grafik auf Deutsch übersetzt.

Die Darstellung in Abbildung 5. verdeutlicht, dass XR alle Aspekte von AR, MR und VR umfasst.



4.2. Erweiterte "Anzeigen"

In der heutigen vernetzten Welt und ihrer Digitalisierung spielen moderne Displaytechnologien eine zentrale Rolle bei der Darstellung von Informationen und der Gestaltung von Nutzer*innenerlebnissen. Smart Glasses und holografische Displays haben in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht und dadurch an Bedeutung gewonnen. Diese modernen Technologien bieten nicht nur neue Möglichkeiten für die Visualisierung von Inhalten und deren Interaktion, sondern erweitern auch die Grenzen herkömmlicher Bildschirme. Mit Hilfe von Smart Glasses und holografischen Projektionen können interaktive Erlebnisse geschaffen werden, die den Nutzer*innen noch tiefer in virtuelle Welten eintauchen lassen und eine nahtlose Integration von digitalen Informationen in reale Umgebungen ermöglichen. Diese Fortschritte bei der Entwicklung holografischer Displays haben das Potenzial, viele Bereiche wie Bildung, Unterhaltung und Kommunikation auf eine neue Ebene zu heben.

In einer in Nature veröffentlichten Studie wird die Entwicklung von vollfarbigen holografischen 3D-Displays unter Verwendung von Metasurface-Wellenleitern beschrieben. Diese Forschung zeigt, wie diese Technologien die Grenzen herkömmlicher Displays erweitern, indem sie durch fortschrittliche AR-Brillen immersive und interaktive Erfahrungen ermöglichen. Die Arbeit zeigt bedeutende Fortschritte bei der Entwicklung kompakter und effizienter holografischer Systeme, die zu breiteren Anwendungen in verschiedenen Bereichen führen könnten. [67]

4.2.1. Smartglasses

Smartglasses, auch bekannt als intelligente Brillen, sind tragbare Computer, die wie normale Brillen aussehen und auf dem Kopf oder vor den Augen getragen werden. Durch die Integration verschiedener technologischer Funktionen gehen diese Geräte über die Möglichkeiten einer herkömmlichen Brille hinaus. Viele Smart Glasses sind mit Displays ausgestattet, die digitale Informationen direkt im Blickfeld des Trägers anzeigen und so Augmented Reality (AR) ermöglichen. Zu den gängigen Funktionen gehören Audio- und Videoaufnahmen, Telefonie, GPS-Navigation und sogar die Integration sozialer Medien. Bestimmte Modelle bieten auch die Möglichkeit, mit künstlicher Intelligenz (KI) über Sprachbefehle zu interagieren.

Ein Artikel in ScienceDirect untersucht die Verwendung und Akzeptanz von Augmented-Reality-Brillen. Er unterstreicht die wachsende Bedeutung dieser Technologien in verschiedenen Sektoren, einschließlich industrieller Anwendungen, und erörtert die Faktoren, die ihre Einführung vorantreiben. Diese Ressource bietet einen umfassenden Überblick darüber, wie intelligente Brillen das Nutzer*innenerlebnis verändern und welches Potenzial sie für zukünftige Entwicklungen haben. [68][67]

Die Einführung intelligenter Brillen, wie der Ray-Ban Stories, hat wichtige Diskussionen über den Schutz der Privatsphäre und ethische Überlegungen ausgelöst. In einer detaillierten



Analyse in AI and Ethics wird untersucht, wie diese Geräte zwar neue interaktive Möglichkeiten bieten, aber auch Herausforderungen für die Privatsphäre der Nutzer*innen und ihrer Umgebung mit sich bringen. Diese Studie ist besonders relevant, da sie die breiteren gesellschaftlichen Auswirkungen der Integration von Smart Glasses in den Alltag beleuchtet. [4]

Im Folgenden werden führende Unternehmen und Produkte vorgestellt, die in diesen Bereichen innovative Lösungen anbieten. Diese Technologien zeigen, wie weit die Digitalisierung im Bereich der Display-Technologien fortgeschritten ist und welche vielfältigen Möglichkeiten sich für Kultureinrichtungen, Unternehmen und den alltäglichen Gebrauch bieten.

Ein Beispiel für aktuelle Entwicklungen ist die Ray-Ban Meta Smart Glasses, die in Zusammenarbeit mit Meta (früher Facebook) entwickelt wurde. Mit dieser Brille können Nutzer*innen Fotos und Videos aufnehmen, die dann direkt auf soziale Medien hochgeladen werden können. Mit der KI-gestützten Sprachsteuerung ermöglichen diese Geräte Echtzeitübersetzungen und andere sprachbasierte Interaktionen.

Eine weitere interessante Innovationslösung ist die Xreal Air 2 Ultra Smartglasses, die ein hochauflösendes Display und fortschrittliche Bewegungsverfolgung bietet. Diese Brille ist besonders für immersive Erlebnisse und die Nutzung von AR-Inhalten optimiert. Nutzer*innen können eine digitale Arbeitsumgebung direkt in ihrem Sichtfeld erstellen und steuern.

4.2.2. Holografie

Die Holografie ist eine moderne Technologie, die es ermöglicht, dreidimensionale Bilder zu erzeugen, die frei im Raum zu schweben scheinen. Diese als Hologramme bezeichneten Bilder können aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden, wodurch eine realistische Illusion von Tiefe und Volumen entsteht. Holografische Displays werden in einer Vielzahl von Bereichen eingesetzt, z. B. im Gesundheitswesen, im Einzelhandel, im Bildungswesen und bei Veranstaltungen. Bei diesen Anwendungen werden neue Methoden zur Visualisierung komplexer Daten und zur Schaffung immersiver Erlebnisse eingeführt, die die Grenzen herkömmlicher zweidimensionaler Displays überschreiten.

Die International Hologram Manufacturers Association (IHMA) ist ein weltweiter Handelsverband, der die Interessen der Hologrammhersteller vertritt. Sie bietet eine Plattform für den Austausch und die Förderung von holografischen Technologien, insbesondere in den Bereichen Authentifizierung und Sicherheit.

Im Folgenden werden führende Unternehmen und Produkte vorgestellt, die in diesen Bereichen innovative Lösungen anbieten und an deren Weiterentwicklung arbeiten.

Holoconnects ist ein führender Anbieter von holografischen Lösungen, darunter die Produkte Holobox und Holobox Mini, die auf der CES 2024 vorgestellt wurden. Diese Technologien



werden in verschiedenen Branchen wie dem Gesundheitswesen, dem Einzelhandel, dem Bildungswesen und bei Veranstaltungen eingesetzt.

WiMi Hologram Cloud, Inc. bietet eine breite Palette an holografischen Lösungen an, darunter auch interaktive Systeme auf Basis der V-BCI-Technologie. Diese Technologie ermöglicht eine direkte Kommunikation zwischen dem Gehirn und dem Computer und wird für AR-Brillen verwendet.

4.2.3. Schlussfolgerung

Fortgeschrittene Technologien wie intelligente Brillen und Holografie haben das Potenzial, den Informationsempfang und die Kommunikationsmethoden grundlegend zu verändern. Diese Technologien verschieben die Grenzen herkömmlicher Bildschirme und ermöglichen immersive, interaktive Erlebnisse, die neue Möglichkeiten in alltäglichen Anwendungen sowie in spezialisierten Bereichen wie Gesundheit und Bildung eröffnen. Diese Technologien befinden sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium, zeigen aber bereits, dass sie in der Lage sind, eine Vielzahl von Branchen zu revolutionieren und den Nutzer*innen eine tiefere Integration digitaler Inhalte in ihre physische Umgebung zu bieten. Es wird erwartet, dass die Bedeutung dieser Technologien in Zukunft noch zunehmen wird, da sie durch die Fortschritte immer leistungsfähiger und zugänglicher werden. Die folgende Tabelle zeigt die Produkte für intelligente Brillen und ihre Hersteller*innen, basierend auf den neuesten Informationen aus dem Jahr 2024. (Tabelle 4)

*Tabelle 4: Produkte für intelligente Brillen und ihre Hersteller*innen*

Name des Produkts	Preis	Eigenschaften	Hersteller
Ray-Ban Stories (Meta) [69] , [70]	\$299	Foto-, Video- und Audiofunktionen, Sprachsteuerung, Möglichkeit zur Annahme von Anrufen, polarisierte Gläser und Integration sozialer Medien.	Ray-Ban in Zusammenarbeit mit Meta (TechRadar) (Vision Center) (Lifewire)
Xreal Air (früher Nreal Air) [71] , [72]	\$299	1920 x 1080 Auflösung pro Auge, 400 nits Helligkeit, 120Hz Bildwiederholrate, immersives HD-Kinoerlebnis am Körper	Xreal (TechRadar) (Wareable).
Vue Lite 2[72]	\$299	Direktionale Lautsprecher für offenen Klang, fünf Stunden Akkulaufzeit, verschreibungspflichtige Optionen	Vue (Lagerfähig)



Lenovo ThinkReality A3 [72]	\$1,499	Stereoskopische 1080p-Displays, unterstützt bis zu 5 virtuelle Displays, 8-Megapixel-Kamera, Qualcomm Snapdragon XR1-Plattform	Lenovo (Lagerfähig)
Engo 1 [72]	\$400	Echtzeit-Statistikprojektion auf AMOLED-Mikrodisplay, phototrope Linsen, kombinierbar mit Geräten wie Garmin-Uhren und -Smartphones, 12 Stunden Akkulaufzeit	Engo (lagerfähig)
Bose Frames [73]	\$99	Integrierte Richtungslautsprecher, Bluetooth-kompatibel, integriertes Mikrofon, erhältlich mit Korrektionsgläsern	Bose (Sehzentrum)
Vuzix Blade aufgerüstet [73]	\$1,299	Fortschrittliche AR-Technologie, hochwertige Kamera, anpassbar mit Korrektionsgläsern	Vuzix (Sehzentrum)
Brillen 3 [73]	\$349	3D-Video- und Fotofunktionen, zwei HD-Kameras, mehrere Mikrofone, Integration sozialer Medien	Snapchat (Vision Center)

4.3. Fortschrittliche Kontrolllösungen

Auf dem sich rasch entwickelnden Gebiet der Mensch-Computer-Schnittstellen spielen fortschrittliche Eingabegeräte wie Sprachsteuerung, Gestensteuerung und Brain-Computer-Interfaces (BCIs) eine entscheidende Rolle. Diese Technologien ermöglichen den Benutzer*innen eine intuitivere, natürlichere und effizientere Interaktion mit digitalen Systemen, die herkömmliche Eingabemethoden wie Tastaturen und Mäuse übertrifft. In diesem Abschnitt werden die zugrundeliegenden Technologien erläutert, Beispiele für führende Produkte vorgestellt und die Auswirkungen dieser Fortschritte erörtert.

4.3.1. Erläuterung der Technologie

Die Spracherkennungstechnologie ermöglicht es Geräten, gesprochene Befehle zu verstehen und auszuführen. Diese Technologie wird immer ausgefeilter und ist in der Lage, natürliche Sprache mit hoher Genauigkeit zu erkennen und zu verarbeiten. Sprachsteuerungssysteme sind



inzwischen in verschiedene Verbrauchergeräte integriert und ermöglichen die freihändige Bedienung von Smartphones, intelligenten Heimsystemen und mehr. Die zugrundeliegende Technologie beruht auf komplexen Algorithmen, die Sprachmuster analysieren, sie in Text umwandeln und die Befehle interpretieren. [74]

Schnittstellen zur Gestensteuerung ermöglichen es den Nutzer*innen, durch körperliche Bewegungen mit Geräten zu interagieren. Diese Systeme verwenden Sensoren, Kameras und in bestimmten Fällen fortgeschrittene Algorithmen für maschinelles Lernen, um Gesten zu erkennen und zu interpretieren. Zu den gängigen Anwendungen gehören Spiele (z. B. Microsoft Kinect), Virtual-Reality-Umgebungen und sogar Automobilsysteme, bei denen der Fahrer/die Fahrerin Funktionen mit einfachen Handbewegungen steuern kann. Die Gestenerkennung ist besonders in Umgebungen nützlich, in denen Berührungen unpraktisch oder unhygienisch sind. [75]

Gehirn-Computer-Schnittstellen (BCI) stellen die Grenze der Interaktion zwischen Mensch und Computer dar und ermöglichen eine direkte Kommunikation zwischen dem Gehirn und externen Geräten. Durch die Erfassung der Gehirnaktivität über Elektroden können BCI neuronale Signale interpretieren und in Befehle umsetzen. Diese Technologie birgt ein immenses Potenzial, insbesondere für Menschen mit Beeinträchtigungen, da sie Kommunikations- und Bewegungsfunktionen wiederherstellen kann. BCIs machen rasante Fortschritte und finden Anwendung in der Medizin, bei Spielen und im Militär, obwohl sie noch weitgehend experimentell sind. [76][77][78][79]

4.3.2. Liste der Produkte

Hier finden Sie eine Liste von Produkten aus den Bereichen Spracherkennung/Steuerung, Schnittstellen zur Gestensteuerung und Gehirn-Computer-Schnittstellen sowie deren Preise. (Tabelle 5)

Tabelle 5: Beispiele für Spracherkennung/Steuerung

Name des Produkts	Preis	Quelle
Google Assistant [80]	Integriert in verschiedene Geräte wie Google Nest Hub (\$100), Google Nest Mini (\$50) und Google Nest Hub Max (\$229)	Android-Zentrale
Amazon Alexa [81]	Erhältlich in Geräten wie Amazon Echo (\$99,99) und Echo Dot (\$49,99)	Amazon
Apple Siri [82]	Integriert in Apple-Geräte wie das iPhone, das iPad und den HomePod. HomePod Mini kostet \$99	Apfel



Wie man eine Raspberry Pi-Sprachsteuerung (Hausautomatisierung) baut [83]	Siri, Amazon Echo und "S Voice" sind allesamt Spracherkennungsprogramme, die das Leben leichter machen sollen. Sogar eine Sprachsteuerung für den Raspberry Pi kann man leicht selbst bauen. Denn eine solche Spracherkennung ist natürlich sehr vorteilhaft für die Heimautomatisierung.
---	---

Tabelle 6: Beispiele für Schnittstellen zur Gestensteuerung

Name des Produkts	Preis	Quelle
Leap Motion [84]	Etwa \$89,99 für den Leap Motion Controller	Sprungbewegung
Microsoft Kinect [85]	Ungefähr \$149,99 für den Kinect-Sensor	Microsoft
Sony PlayStation Move	Etwa 99,99 \$ für ein Paket mit zwei Motion Controllern	PlayStation
Grove - Gesture V1.0 [86]	Der Sensor auf dem Grove - Gesture ist der PAJ7620U2, der die Gestenerkennungsfunktion mit der allgemeinen I2C-Schnittstelle in einem einzigen Chip integriert. Er kann 9 grundlegende Gesten erkennen, und auf diese Gesteninformationen kann einfach über den I2C-Bus zugegriffen werden	

Tabelle 7: Beispiele für Gehirn-Computer-Schnittstellen (BCI)

Name des Produkts	Eigenschaften	Preis	Quelle
Epock Flex	Kabellose EEG-Headsets für die wissenschaftliche Forschung und den persönlichen Gebrauch, geeignet für verschiedene Anwendungen wie Spiele, interaktives Fernsehen und Freisprechsysteme.	Rund 849 Dollar	Emotiv [87]
Insight-Headsets		Rund 299 Dollar	



KernelFlow	Tragbares TD-fNIRS-System für die Erfassung des gesamten Kopfes, entwickelt für neurologische Messungen.	Ungefähr 50.000 \$ für Forschungszwecke.	Kernel [88]
NextMind Dev Kit	EEG-basiertes Gehirnsensorgerät, das die Gehirnaktivität in Befehle zur Steuerung digitaler Schnittstellen umsetzt.	Rund 399 Dollar.	NächsterGedanke [89]
Neuralink		Noch in der Entwicklung und noch nicht im Handel erhältlich. Klinische Versuche sind im Gange.	Neuralink [90]
Neurable		Die Preise für die BCI-gestützten Kopfhörer von Enten sind nicht öffentlich bekannt, dürften aber im Premiumbereich liegen.	Neurable [91]
Synchron		Klinisches Versuchsstadium; noch nicht im Handel erhältlich.	Synchron [92]
Blackrock Neurotech		Kundenspezifische Lösungen für klinische und Forschungsanwendungen, die Preise variieren stark.	Blackrock Neurotech [93]

4.3.3. Schlussfolgerung

Fortschrittliche Mensch-Computer-Schnittstellen führen zu einem Wandel in der Interaktion zwischen Mensch und Technik. Von intuitiven digitalen Umgebungen, die durch Sprach- und Gestensteuerung ermöglicht werden, bis hin zu Gehirn-Computer-Schnittstellen (BCI), die

30



neue Möglichkeiten der Mensch-Maschine-Verbindung eröffnen, machen diese Technologien rasche Fortschritte. Während bestimmte Technologien wie die Spracherkennung bereits weit verbreitet sind, befinden sich andere, darunter BCI, noch im Versuchsstadium, haben aber ein immenses Zukunftspotenzial. Mit dem Fortschreiten dieser Technologien ist eine Integration in das tägliche Leben zu erwarten, die die Zugänglichkeit, die Produktivität und die Interaktion mit der Welt verbessert.

4.4. Sicherheit

Schwachstellen und Angriffe im Bereich der Cybersicherheit sind sehr unterschiedlich und entwickeln sich ständig weiter, da die Technologie fortschreitet und sich die Methoden der Angreifer weiterentwickeln. Im Folgenden sind die wichtigsten Arten aufgeführt.

Angriffe können auf verschiedene Arten kategorisiert werden. Eine der häufigsten Arten von Angriffen ist Phishing und Social Engineering. Dabei handelt es sich um Angriffsmethoden im Bereich der Cybersicherheit, die sich auf die Leichtgläubigkeit und das Vertrauen der Menschen stützen, um an sensible Informationen zu gelangen oder Angreifern Zugang zu verschaffen. Bei Phishing-Angriffen senden Angreifer gefälschte oder getarnte E-Mails und Nachrichten an ihre Opfer, die den Anschein erwecken, von einer offiziellen Quelle (z. B. einer Bank, einem Unternehmen oder einer Regierungsbehörde) zu stammen. Die E-Mails fordern das Opfer oft auf, auf einen Link zu klicken oder persönliche, finanzielle Daten anzugeben. Auch die Verwendung von schwachen oder leicht zu erratenden Passwörtern und schwachen Authentifizierungsmechanismen kann auf menschliches Versagen zurückgeführt werden. Es lohnt sich, ein Passwort zu verwenden, das nicht mit seinem Besitzer / ihrer Besitzerin in Verbindung gebracht werden kann, Klein- und Großbuchstaben, Zahlen und andere Zeichen enthält und aus mindestens acht Buchstaben besteht. [94]

Angriffe auf die Cybersicherheit können auch dann erfolgreich sein, wenn Netzwerkgeräte falsch konfiguriert sind, die Geräte nicht regelmäßig aktualisiert wurden oder es keine Updates mehr für das Gerät gibt. Neben den Netzwerkgeräten ist auch die regelmäßige Wartung von Betriebssystemen und Software unerlässlich. Es kann jedoch zu einem Zero-Day-Angriff kommen, d. h. zu einer Sicherheitslücke, die selbst den Hersteller*innen der Software nicht bekannt ist und für die es daher noch keinen Sicherheits-Patch gibt. Bei dieser Art von Angriff fügt der Angreifer, nachdem er den Fehler bemerkt hat, einen Exploit-Code in das System ein, der später aktiviert werden kann, um den Angriff auszuführen. Neben dem Schutz der Software ist es wichtig, Serverräume oder andere physische Räumlichkeiten, die Angreifern den physischen Zugang ermöglichen, angemessen zu schützen. [95]

Auch der Schutz vor Viren ist wichtig. Viren sind Programme, die sich verbreiten und Computer schädigen, indem sie z. B. Daten löschen oder verschlüsseln. Solche Technologien sind darauf ausgelegt, Systeme zu stören, und verursachen erhebliche betriebliche Probleme und führen zu Datenverlusten und -lecks. Es ist auch wichtig, das Konzept des Ransomware-



Virus zu erwähnen, bei dem es sich um Schadsoftware handelt, die die Dateien eines Opfers verschlüsselt und deren Urheber dann ein Lösegeld für die Entschlüsselung verlangen. [96][97]

Darüber hinaus sind IT-Systeme häufig von so genannten DDoS-Angriffen (Denial of Service) betroffen, d. h. IT-Angriffen, die darauf abzielen, Dienste durch Überlastung der Netzkapazität unzugänglich zu machen. Ein solcher Angriff kann z. B. eine Bank oder ein Finanzinstitut treffen, bei dem die Angreifer erreichen, dass Kunden keinen Zugang zu ihrem Geld haben oder kein Geld überweisen können. [98]

Die biometrische Identifizierung ist ein wichtiger Bestandteil von Sicherheitslösungen. Betrachten Sie die folgenden Beispiele, mit denen eine Person anhand von physischen Merkmalen identifiziert werden kann. Die folgende Liste enthält die wichtigsten Techniken:

- Gesichtserkennung
- Netzhautscanner
- Spracherkennung
- Wärmebildkamera-Lösung

Gesichtserkennungssysteme sind Technologien, die eine Person anhand ihrer Gesichtszüge identifizieren oder authentifizieren können. Diese Systeme nutzen die Ergebnisse von künstlicher Intelligenz, maschinellem Lernen und Computer Vision, um eine genaue und schnelle Identifizierung zu ermöglichen. [99]

Die Geschichte der Gesichtserkennung geht auf das Jahr 1960 zurück. Das erste Gesichtserkennungssystem wurde von Woody Bledsoe, Helen Chan Wolf und Charles Bisson in den Bell Laboratories entwickelt. Die ersten Systeme maßen manuell verschiedene Teile des Gesichts, wie den Abstand zwischen den Augen, die Länge des Mundes und andere Merkmale. Mit der Entwicklung von Hard- und Software wurden die Gesichtserkennungssysteme immer schneller und genauer. Der eigentliche Durchbruch erfolgte in den 2000er Jahren mit der Einführung der künstlichen Intelligenz (insbesondere des maschinellen Lernens) für die Gesichtserkennung. [100]

Gesichtserkennungssysteme können in vielen Bereichen eingesetzt werden. [101]

- Gesichtserkennungssysteme sind am häufigsten in Flughäfen oder Hochsicherheitsgebäuden zu finden. Sie können eingesetzt werden, um unbefugte Personen oder Kriminelle am Betreten des Landes zu hindern. Gesichtserkennungssysteme werden häufig von der Polizei oder verschiedenen Geheimdiensten eingesetzt, um Verbrecher*innen oder vermisste Personen zu finden oder um Verbrechen aufzudecken.



- Heute kann die Gesichtserkennung auch im Finanz- und Bankensektor eingesetzt werden. Hier wird sie eingesetzt, um Kund*innen bei Bankgeschäften zu identifizieren und so die Sicherheit zu erhöhen und das Betrugsrisiko zu verringern.
- Handel: Im Einzelhandel kann die Gesichtserkennung genutzt werden, um den Kund*innen ein personalisiertes Erlebnis zu bieten. Läden können Stammkund*innen identifizieren und ihnen personalisierte Angebote machen.
- Im Gesundheitswesen wird sie auch zur Patientenidentifizierung verwendet, was die Verwaltung beschleunigt.
- Unterhaltung und Medien: In der Unterhaltungsbranche kann die Gesichtserkennung zur Personalisierung von Inhalten und zur Analyse von Publikumsreaktionen eingesetzt werden

Obwohl der Einsatz von Gesichtserkennungssystemen viele Vorteile hat, gibt es berechtigte Bedenken gegen den Einsatz der Technologie, die ethische Fragen aufwirft. Zum Beispiel der Schutz der Privatsphäre und die Tatsache, dass Daten in unbefugte Hände fallen können, die später leicht missbraucht werden können. Algorithmen in Gesichtserkennungssystemen können oft bestimmte ethnische Gruppen oder Geschlechter bevorzugen, was zu Diskriminierung führen kann. Ein Beispiel dafür ist die ständige Überwachung des kleinen Schiffes Újgur nach China.

Trotz erheblicher Fortschritte bei Gesichtserkennungssystemen in den letzten Jahrzehnten sind diese Systeme nach wie vor anfällig für Täuschungen durch hochwertige Digitalfotos, Masken und Verkleidungen. Es gibt viele Beispiele für den Missbrauch von Gesichtserkennungssystemen. In China werden sie in großem Umfang zur Überwachung der eigenen Bürger*innen eingesetzt, aber auch in anderen nicht-demokratischen Ländern zur Identifizierung von Personen, die an Demonstrationen teilnehmen, was die Redefreiheit einschränkt. In China wurde ein Sozialkreditsystem eingeführt, das das Verhalten der Bürger*innen bewertet und den Zugang der Bürger*innen zu Reisen oder sozialen Netzwerken auf der Grundlage dieser Punkte beschränkt. Der Einsatz moderner Gesichtserkennungssysteme ist für das Funktionieren dieses Systems unerlässlich

Der **Netzhautscanner** ist eine der genauesten und sichersten Formen der biometrischen Identifizierung, bei der das einzigartige Muster der Netzhaut (die lichtempfindliche Gewebeschicht auf der Rückseite des Auges) zur Identifizierung verwendet wird. Die Netzhaut ist einer der komplexesten und am schwersten zu fälschenden Teile des menschlichen Körpers, was diese Identifizierungsmethode besonders zuverlässig macht. Die ersten Netzhautscanner wurden in den 1970er Jahren entwickelt. Der wirkliche Durchbruch gelang erst in den 1980er Jahren, als sich die Technologie rasant weiterentwickelte und an immer mehr Orten verfügbar wurde.

Das Funktionsprinzip des Retina-Scanners ist wie folgt:



- Der Scanner lenkt einen niederenergetischen Infrarot-Laserstrahl auf die Netzhaut des Auges.
- Das Laserlicht wird von den Netzhautgefäßen reflektiert, die ein einzigartiges Muster bilden.
- Das reflektierte Licht wird von einem Sensor aufgefangen, der ein detailliertes Bild der Netzhautgefäße erstellt.
- Das resultierende Bild wird digital analysiert und mit in einer Datenbank gespeicherten Referenzbildern verglichen.
- Wenn das Muster mit einem Referenzbild übereinstimmt, gilt die Identifizierung als erfolgreich.
- Retina-Scanner werden derzeit in mehreren Bereichen eingesetzt
- Zu Einrichtungen, bei denen es wichtig ist, dass Unbefugte nicht eindringen können. Dies können Banken, Finanzinstitute, Regierungsgebäude, Labors oder militärische Einrichtungen sein.
- In Gesundheitseinrichtungen zur Identifizierung von Patient*innen, zur Verwaltung von Krankenakten und zur schnelleren Verwaltung

Die Verwendung eines Retina-Scanners hat erhebliche Vorteile. Der Netzhautscanner ist sehr genau, und da jeder Mensch eine einzigartige Netzhaut hat, ist es sehr schwierig oder unmöglich, sie zu fälschen. Da das Netzhautbild während des gesamten Lebens einer Person weitgehend unverändert bleibt, ermöglicht es eine äußerst genaue langfristige Identifizierung. Die Scanner arbeiten schnell und gewährleisten eine rasche Identifizierung.

Die Kehrseite der Medaille ist jedoch, dass diese Geräte immer noch sehr teuer sind und es einige Bedenken hinsichtlich der langfristigen Auswirkungen auf die Augen gibt. Außerdem können hier auch Datenschutz- und rechtliche Risiken entstehen.

Die Geschichte der Spracherkennung reicht bis in die 1960er Jahre zurück, als die ersten Versuche unternommen wurden, die menschliche Stimme digital zu analysieren und zu erkennen. Seitdem hat sich die Technologie kontinuierlich weiterentwickelt und wird heute immer häufiger eingesetzt. Die ersten Spracherkennungssysteme wurden in den 1960er Jahren entwickelt, die noch sehr rudimentär waren und nur einfache Befehle erkennen konnten. In den 1970er Jahren entwickelte sich die Technologie weiter und es erschienen die ersten kommerziellen Systeme, die bereits komplexere Aufgaben erfüllen konnten. In den 1980er Jahren, mit der Verbreitung von Personalcomputern, erhielt die Spracherkennung einen neuen Aufschwung. Zu dieser Zeit erschienen auch die ersten Spracherkennungssysteme für den Heimgebrauch. Durch die Entwicklung neuronaler Netze und künstlicher Intelligenz wurden die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Stimmerkennung in den 90er Jahren erheblich verbessert. In den 2000er Jahren, mit der Entwicklung des Internets und der Mobiltechnologie, wurde die Spracherkennung zunehmend in Alltagsgeräte wie Smartphones und intelligente Lautsprecher integriert. Die Funktionsweise der Spracherkennungstechnologie besteht aus



mehreren Schritten, in denen das System die Stimme der Person analysiert und erkennt. Diese Schritte sind wie folgt.

1. Das System nimmt die Stimme der Person über ein Mikrofon auf
2. Da während der Aufzeichnung Rauschen und andere technische Fehler auftreten können, muss eine Rauschfilterung durchgeführt werden, um die bestmögliche Qualität der Probe zu erhalten.
3. Das gereinigte Tonsignal wird in elementare Einheiten (z. B. Phoneme) zerlegt, aus denen dann Merkmale (z. B. Frequenzspektrum, Dauer) extrahiert werden.
4. Die in den vorangegangenen Schritten extrahierten Merkmale werden mit in einer Datenbank gespeicherten Referenzdaten verglichen. Dieser Vergleich kann z. B. mit statistischen Modellen oder neuronalen Netzen erfolgen.
5. Als Ergebnis des Vergleichs identifiziert das System entweder die Person oder authentifiziert den oder die Benutzer/in, um eine bestimmte Aktion durchzuführen

Anwendungsbereiche der Spracherkennung

Die Spracherkennung wird in vielen Bereichen eingesetzt, z. B. in Zugangskontrollsystemen, etwa beim Austausch von Zugangskarten, oder im Telefonbanking zur Authentifizierung von Kund*innen. In Callcentern wird sie zur Identifizierung von Benutzer*innen und zur Automatisierung von Anrufen eingesetzt. Im Gesundheitswesen kann sie zur Identifizierung von Patient*innen und zur Verwaltung von Patient*innendaten in Pflegeheimen oder anderen Gesundheitseinrichtungen eingesetzt werden. Eine der wichtigsten Anwendungen der Spracherkennung ist die Steuerung von IoT-Geräten. Intelligente Lautsprecher und andere IoT-Geräte funktionieren gut mit Sprachbefehlen. In der Automobilindustrie kann sie für die Implementierung sprachgesteuerter Navigationssysteme nützlich sein.

Vorteile der Spracherkennung

- Es ist für Privatpersonen einfach zu bedienen, da keine speziellen Werkzeuge oder Karten erforderlich sind.
- Die Identifizierung anhand der einzigartigen Merkmale des Klangs ist schwer zu fälschen.
- Der Identifizierungsprozess ist schnell, was besonders bei Anwendungen wichtig ist, bei denen die Benutzer*innenfreundlichkeit entscheidend ist.

Nachteile der Spracherkennung

- Die Spracherkennung ist zwar sicher, aber nicht vollständig fälschungssicher. So kann beispielsweise versucht werden, das System mit Sprachaufnahmen oder künstlich erzeugten Tönen zu täuschen. Auf diese Weise wurde Personen vorgegaukelt, dass eine vertraute Person am Telefon sei, was zu erheblichen finanziellen Verlusten führte.



- Aufgezeichnete Audiodaten können sensible Informationen enthalten, und es kann zu ernsthaften Datenschutzproblemen kommen, wenn diese Daten in unbefugte Hände geraten.
- Hintergrundgeräusche, der Zustand der Sprecher*innen und Umweltfaktoren können die Genauigkeit der Spracherkennung beeinträchtigen.
- Krankheiten oder Stimmveränderungen können die Stimme einer Person beeinträchtigen, was die Identifizierung erschwert.

4.5. Nachhaltige Technologie

In zahlreichen Artikeln wird derzeit die dringende Notwendigkeit erörtert, dass sich die Menschheit mit den durch die Ressourcen des Planeten auferlegten Grenzen auseinandersetzt, und es wird betont, wie wichtig ein Wandel ist, um das Ökosystem zu erhalten. Dabei wird die Nachhaltigkeit als Schlüsselstrategie hervorgehoben. Aber was bedeutet Nachhaltigkeit?

Nachhaltigkeit bezieht sich auf die Fähigkeit, die Lebensqualität zu erhalten oder zu verbessern und gleichzeitig die Umwelt zu schützen und die natürlichen Ressourcen für künftige Generationen zu erhalten. Sie umfasst drei Hauptpfeiler.

Der erste Bereich, die ökologische Nachhaltigkeit, konzentriert sich auf den Schutz der natürlichen Umgebung. Dies kann die folgenden Aktivitäten umfassen, ist aber nicht darauf beschränkt:

- Verringerung von Umweltverschmutzung und Abfall,
- Schutz und Erhaltung der natürlichen Ressourcen,
- und das Sicherstellen, dass die Ökosysteme gesund und widerstandsfähig bleiben.

Die zweite Säule, die wirtschaftliche Nachhaltigkeit, erfordert eine Neubewertung und Umstellung der Wirtschaftsprozesse auf nachhaltige Praktiken. Dieser Bereich zielt darauf ab, ein langfristiges Wirtschaftswachstum zu fördern und gleichzeitig die ökologische Integrität zu bewahren und soziale Gerechtigkeit zu gewährleisten.

Die dritte Säule, die soziale Nachhaltigkeit, legt den Schwerpunkt auf die Schaffung eines globalen Sozialsystems, das grundlegende Ressourcen und Chancen für alle bietet.

Nachhaltige Technologien spielen eine entscheidende Rolle bei der Erreichung dieser Ziele. Aber was genau ist nachhaltige Technologie?

Das IMB hat dazu eine gute und einfache Definition: "Nachhaltige Technologie beschreibt Technologie, die unter Berücksichtigung ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Faktoren geschaffen oder angewendet wird.[102]"

Um die wahre Bedeutung dieses Konzepts zu verdeutlichen, wird eine weitere Erklärung gegeben. Nachhaltige Technologie umfasst den Entwurf, die Entwicklung und die Umsetzung



innovativer Lösungen, die den gegenwärtigen Bedarf decken, ohne die für künftige Generationen verfügbaren Ressourcen zu gefährden. Sie konzentriert sich darauf, negative Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, Ressourcen zu erhalten und die soziale und wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise zu unterstützen. Das Hauptziel der nachhaltigen Technologie besteht beispielsweise darin, Herausforderungen wie Ressourcenerschöpfung, Klimawandel, soziale Gerechtigkeit und Umweltverschmutzung anzugehen, indem die Grundsätze der wirtschaftlichen Tragfähigkeit, der sozialen Eingliederung und der Umweltverantwortung in technologische Lösungen integriert werden.

Die folgenden Beispiele für nachhaltige Technologien sollen das Konzept näher erläutern.

- **Nachhaltige Energiequellen:** Der Energiebedarf der Menschheit steigt von Tag zu Tag, daher ist die für die Energieerzeugung eingesetzte Technologie von entscheidender Bedeutung. Beispiele für erneuerbare Energien sind Solarenergie [103][104], Windkraft [105][106], Wasserkraft [107], geothermische Energie [108] und Energie aus Biomasse. [109]
- **Energiespeichersysteme:** Das Hauptproblem der meisten erneuerbaren Energien besteht darin, dass der Strom nicht dann erzeugt wird, wenn die Verbraucher*innen ihn nutzen wollen. Bei der Energiespeicherung kommt es jedoch zu erheblichen Verlusten. Daher kann jede Entwicklung, die die Energiespeicherung effizienter macht, zu nachhaltigeren Stromerzeugungs- und -verbrauchsprozessen beitragen.
- **Intelligente Netztechnologie:** Diese Technologie ermöglicht eine effektive Überwachung des Energienetzes - einschließlich Verbrauch, Erzeugung und Speicherung - durch die Nutzung präziser Informationen zur Minimierung von Stromübertragungsverlusten.
- **Nachhaltiger Verkehr:** Verkehr und Güterverkehr verursachen erhebliche Umweltschäden, und der Anteil nicht erneuerbarer Brennstoffe in diesem Sektor ist derzeit sehr hoch. In vielen Fällen gibt es technologische Gründe für die fehlende Umstellung, und derzeit gibt es einfach keine nachhaltige Alternative zu spezifischen Lösungen. Fortschritte in diesem Bereich sind von entscheidender Bedeutung, und im Laufe der Zeit wird die Reform dieses Sektors wesentlich zu einem nachhaltigeren Planeten beitragen. Die vielleicht bekannteste Entwicklung in diesem Bereich ist die der Elektrofahrzeuge. [110]
- **Intelligente Wassermanagementsysteme:** Die Aufbereitung von Trinkwasser und Abwasser ist eines der drängendsten Probleme unserer Zeit. Mit Hilfe von Technologie, einschließlich IT-Lösungen, kann dieser Bereich optimiert werden, um eine effiziente Wassernutzung und -verwaltung zu erreichen.
- **Technologien für eine nachhaltige Landwirtschaft:** Dieser Bereich umfasst alle Technologien und Techniken, die eingesetzt werden können, um landwirtschaftliche Prozesse effizienter und nachhaltiger zu gestalten. So kann beispielsweise die



Präzisionslandwirtschaft dazu beitragen, den Einsatz von Chemikalien, Bewässerungswasser und Treibstoff zu optimieren, während die Integration von Bäumen und Sträuchern in Ackerbau- und Viehzuchtanlagen ökologische und wirtschaftliche Vorteile bringt. Ein weiteres Beispiel ist die vertikale Landwirtschaft, bei der hydroponische Techniken - der Anbau von Pflanzen ohne Erde in mineralischen Nährlösungen - und aeroponische Techniken, bei denen Pflanzen ohne Erde in einer Luft- oder Nebelumgebung angebaut werden, effizient eingesetzt werden.

- **Fortschrittliche Recycling-Technologien:** Die derzeitige Lebensweise der Menschheit erzeugt eine Menge Müll, und es gibt derzeit nur wenige Lösungen, um ihn wirksam und beruhigend zu behandeln. Dieser Prozess wird in seiner jetzigen Form zur Zerstörung natürlicher Lebensräume führen. Daher ist jede Lösung, die die Menge des "vergrabenen" Mülls auf ruhige und nachhaltige Weise reduzieren kann, von entscheidender Bedeutung für die Zukunft der Menschheit. Fortschrittliche Recyclingtechnologien tun genau das. So können beispielsweise durch chemisches Recycling ausrangierte Kunststoffe und andere Materialien in ihre elementaren Bestandteile zerlegt werden, während sichere Recyclingverfahren die Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe ermöglichen.
- **Nachhaltige Verpackung:** Verpackungen erzeugen eine erhebliche Menge an Abfall. Während sie für den sicheren Transport bestimmter Produkte unerlässlich sind, werden sie gelegentlich vor allem für Marketingzwecke verwendet. Im ersten Fall ist es wichtig, bei der Herstellung Materialien zu verwenden, die entweder unter natürlichen Bedingungen schnell und sicher in der Umwelt abgebaut werden oder zu möglichst 100 % recycelbar sind. Im zweiten Fall, in dem eine Verpackung nicht notwendig ist, wäre es das Ziel, sie überhaupt nicht zu verwenden und das Produkt als solches zu verkaufen.
- **Grüne Materialien:** Die Verwendung von 100 % biologisch abbaubaren oder recycelbaren natürlichen Materialien wie Bambus, Stroh, Holz und verschiedenen Metallen bei allen Aktivitäten - vom Bau bis zu den alltäglichen Werkzeugen - unterstützt die Nachhaltigkeit erheblich. Eine durchdachte Materialauswahl während der Entwurfsphase kann einen erheblichen Einfluss auf nachhaltige Praktiken haben.

Die oben genannten Beispiele vermitteln ein grundlegendes Verständnis von nachhaltigen Technologien. Beispiele für Sektoren und Bereiche, in denen dieses Prinzip angewendet werden kann:

- Landwirtschaft,
- Architektur und Wohnungsbau,
- Gesundheitswesen,
- Mode,
- Infrastruktur der Stadt,
- die Rolle der Software in der nachhaltigen Technologie,



- Museen.

In Anbetracht des Schwerpunkts des Dokuments wird eine detailliertere Untersuchung der Museen durchgeführt. Die potenzielle Anwendung nachhaltiger Technologien erstreckt sich auf die folgenden Bereiche:

- **Energieeffiziente Beleuchtung:** Dieser Bereich ist komplex und besteht aus zwei Hauptkomponenten: der Lichtquelle und dem intelligenten System zur Steuerung der Beleuchtung. LED-Lampen gelten derzeit als die effizienteste Lösung. Auch wenn sie in Bezug auf die Farbtreue nicht optimal sind, haben diese Systeme erhebliche Fortschritte gemacht und sind in der Lage, eine hochwertige Beleuchtung für verschiedene Anwendungen zu liefern. Die Installation von LED-Beleuchtung in der Sixtinischen Kapelle ist ein hervorragendes Beispiel für ihren Nutzen. [111] Intelligente Steuersysteme sind unerlässlich, um sicherzustellen, dass die Lampen nur dann leuchten, wenn es nötig ist und in der gewünschten Helligkeit.
- **Digitalisierung:** Alle digitalen technischen Integrationen - von digitalen Besucher*innenunterstützungssystemen bis hin zur Digitalisierung von Artefakten - haben das Potenzial, die Anzahl von Broschüren und anderen Materialien zu reduzieren, die normalerweise zu Müll werden. Ein vollständiger digitaler Rundgang könnte Reisen und die damit verbundene Umweltverschmutzung möglicherweise ersetzen. Ein weiterer Vorteil der Digitalisierung von Sammlungen und Archiven kann darin bestehen, dass das Museum seinen physischen Lagerplatz reduzieren und einen breiteren Zugang zu kulturellen Ressourcen ermöglichen kann.
- **Recycelte Baumaterialien:** Beim Bau, der Renovierung und der Innenausstattung von Museen ist es wichtig, Materialien zu verwenden, die den oben genannten "grünen Materialien" entsprechen.
- **Erneuerbare Energiequellen:** Wenn möglich, kann das Museum seinen eigenen Energieverbrauch ganz oder teilweise aus erneuerbaren Energiequellen decken, die auch schon im Abschnitt "Nachhaltige Energiequellen" erwähnt wurden.
- **Wassereinsparung und wiederverwendbare Technologien:** Wasser ist ein sehr wichtiges Gut, das für das Leben unerlässlich ist. Die derzeitigen Technologien und Nutzungsmethoden sind oft verschwenderisch und verschwenden diese wichtige Ressource unnötig. Die Installation von wassersparenden Wasserhähnen, Toiletten und Duschköpfen kann die Wasserverschwendung erheblich reduzieren. Auch das Auffangen und Speichern von Regenwasser sowie die Trennung des Wassernetzes, um Trinkwasser nur dort zu verwenden, wo es notwendig ist, stellen einen wesentlichen Fortschritt in Richtung Nachhaltigkeit dar.
- **Klimakontrolle:** Für bestimmte Arten von Museen ist es von größter Bedeutung, eine konstante Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufrechtzuerhalten, um die Integrität der Kunstwerke zu bewahren. Eine effiziente und energiesparende HLK-Lösung (Heizung,



Lüftung und Klimatisierung) ist an diesen Orten besonders wichtig. Die Effizienz kann durch die Kombination dieser Systeme mit geothermischen Lösungen noch gesteigert werden.

- **Nachhaltige Ausstellungsgestaltung:** Museen haben oft temporäre Attraktionen, die sich von Zeit zu Zeit verändern und erneuern. In diesen Fällen ist es wichtig, welche Lösungen verwendet werden. Wenn "grüne Materialien" (siehe oben) und modulare Projektoren (für digitale Inhalte) verwendet werden, kann diese Tätigkeit in einer nachhaltigen Umgebung durchgeführt werden, und es handelt sich um eine nachhaltige Technologie.

Dieses Unterkapitel gibt einen Überblick über die Nachhaltigkeit und hebt nachhaltige Technologien als ein wichtiges Instrument zu ihrer Verwirklichung hervor. Der Hauptnutzen nachhaltiger Technologien liegt in der Verringerung der negativen Umweltauswirkungen menschlicher Aktivitäten über kurz-, mittel- und langfristige Zeithorizonte. Darüber hinaus sind die Vorteile in mehreren Fällen mit Effizienzsteigerungen, Kostensenkungen und einem sparsameren Umgang mit wichtigen Ressourcen (z. B. Wasser, Energie) verbunden. Die Verwendung "grüner Materialien" kann die Umwelt angenehmer gestalten, was besonders in touristischen Zielgebieten wichtig sein kann, aber natürlich auch das Wohlbefinden der Menschen am Arbeitsplatz und im Alltag verbessern. Viele Regierungen haben erkannt, dass nachhaltiges Denken unumgänglich ist, und fördern aktiv die Einführung dieser Technologien durch maßgeschneiderte Programme und steuerliche Anreize.

Natürlich bringt der Einsatz nachhaltiger Technologien auch Herausforderungen mit sich. Eine dieser Herausforderungen besteht darin, dass diese Technologien häufig in Verbindung mit Hightech-IT-Lösungen eingesetzt werden. Dazu gehört zum Beispiel der verstärkte Einsatz von Internet-of-Things (IoT)-Sensoren und unterstützenden Backend-Systemen, die für die Optimierung der Effizienz in verschiedenen Bereichen sehr effektiv sind. Ihre Umsetzung wirft jedoch auch einige wichtige Fragen auf. Zwei wichtige Aspekte sind die betrieblichen und sicherheitstechnischen Herausforderungen. Angesichts der intensiven Nutzung von IT-Systemen hat die Einführung nachhaltiger Technologien möglicherweise nicht nur positive Auswirkungen auf die Umwelt. So kann beispielsweise die Integration von IoT-Geräten mit kurzer Lebensdauer zu einer Zunahme der Erzeugung von Elektroschrott beitragen. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, die erwarteten Vorteile und potenziellen Nachteile während der Entwurfsphase sorgfältig abzuwägen. Diese Gefahren werden in einem Artikel von Benjamin K. Sovacool et al. mit Hilfe eines Nature-Artikels aufgezeigt. [112]

Die Menschheit hat keine andere Wahl, als nachhaltiges Denken auf allen Ebenen der Gesellschaft, der Industrie, des Reisens und in allen Lebensbereichen so schnell wie möglich zu integrieren. Es gibt Bereiche, in denen dieser Prozess sehr langsam abläuft (z. B. die Nachhaltigkeit von Flugbenzin), und andere, in denen er in kürzester Zeit Sektoren verändern kann (z. B. die KI-gestützte Gesundheit).



4.6. Technologien für erneuerbare Energien

Bei der Erörterung des Einsatzes erneuerbarer Energiequellen in Freilichtmuseen, insbesondere im Zusammenhang mit der Unterstützung digitaler Technologien, müssen mehrere wichtige Überlegungen angestellt werden. Diese Überlegungen drehen sich um die Notwendigkeit, ein Gleichgewicht zwischen dem Erhalt historischer Bausubstanz und modernen Energieanforderungen zu schaffen, insbesondere da digitale Technologien immer stärker in den Museumsbetrieb integriert werden.

4.6.1. Technologie erklärt

4.6.1.1. Photovoltaische (PV) Systeme

Fotovoltaiksysteme (Solarpaneele) sind eine beliebte Wahl für die Stromerzeugung in Freilichtmuseen. Sie können auf modernen oder unauffälligen Gebäuden auf dem Museumsgelände installiert werden, z. B. in Besucher*innenzentren, Verwaltungsbüros oder Wartungsgebäuden. Aufgrund ihres modularen Charakters können PV-Systeme je nach dem Energiebedarf des Museums skaliert werden. Mit dem erzeugten Strom können verschiedene digitale Technologien betrieben werden, darunter Server für die Datenspeicherung, Wi-Fi-Netzwerke und interaktive Exponate. Batteriespeichersysteme können auch bei bewölktem Himmel oder in der Nacht eine konstante Stromversorgung gewährleisten. [113]

4.6.1.2. Wasserkraft

Befindet sich ein Freilichtmuseum in der Nähe einer Wasserquelle, können kleine Wasserkraftanlagen eine effektive erneuerbare Energiequelle darstellen. Diese Systeme können so konzipiert werden, dass sie nur minimale Auswirkungen auf die Umwelt haben, und sie können so in die Landschaft integriert werden, dass sie mit dem historischen Kontext des Museums übereinstimmen. Außerdem kann die Wasserkraft eine beständige und zuverlässige Energiequelle darstellen, was besonders für die Versorgung von Servern und anderer wichtiger digitaler Infrastruktur von Vorteil ist, die eine unterbrechungsfreie Stromversorgung benötigen. [114]

4.6.1.3. Windenergie

In geeigneten Bereichen von Freilichtmuseen können kleine Windturbinen installiert werden, um die Windenergie zu nutzen. Diese Turbinen sollten sorgfältig positioniert werden, um eine visuelle oder akustische Beeinträchtigung des Museumserlebnisses zu vermeiden. Windenergie kann die Solarenergie ergänzen, insbesondere in Gegenden, in denen nachts oder in Jahreszeiten mit weniger Sonnenlicht starke Winde herrschen. Die erzeugte Energie kann die digitale Infrastruktur des Museums unterstützen und die Abhängigkeit vom Stromnetz verringern. Eine Kombination der oben genannten erneuerbaren Energiequellen kann verwendet werden, um ein hybrides Energiesystem zu schaffen. Dieser Ansatz gewährleistet



eine zuverlässigere und widerstandsfähigere Energieversorgung, die sich an den unterschiedlichen Energiebedarf verschiedener digitaler Technologien und saisonaler Bedingungen anpassen lässt. Rechenzentren vor Ort oder Cloud-basierte Lösungen benötigen für ihren Betrieb eine konstante Energieversorgung. Die Systeme für erneuerbare Energien können so konfiguriert werden, dass sie diese kritischen digitalen Infrastrukturen unterstützen und sicherstellen, dass der digitale Betrieb des Museums nicht unterbrochen wird. Interaktive Displays, virtuelle Rundgänge und andere digitale Erlebnisse können direkt mit erneuerbarer Energie betrieben werden, um das Besuchererlebnis zu verbessern und gleichzeitig die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Energiespeichersysteme, wie z. B. Lithium-Ionen-Batterien, sind von entscheidender Bedeutung, um sicherzustellen, dass die erzeugte erneuerbare Energie gespeichert und bei Bedarf genutzt werden kann, insbesondere in Zeiten hohen Energiebedarfs oder geringer Erzeugung. Eine der größten Herausforderungen besteht darin, sicherzustellen, dass die Anlagen für erneuerbare Energien die historische Authentizität und Ästhetik des Museums nicht beeinträchtigen. Eine sorgfältige Planung und der Einsatz unauffälliger Technologien sind daher unerlässlich. [115]

4.6.1.4. Schlussfolgerung

Die Integration erneuerbarer Energiequellen in Freilichtmuseen ist nicht nur machbar, sondern steht auch im Einklang mit der wachsenden Bedeutung der Nachhaltigkeit bei der Erhaltung des kulturellen Erbes. Durch die Nutzung von Photovoltaik, Wasserkraft, Windkraft und Energiespeichersystemen können die Museen ihren Energiebedarf decken und gleichzeitig digitale Technologien betreiben, die das Besucher*innenerlebnis verbessern. Der Schlüssel liegt in einer durchdachten Integration, die sicherstellt, dass die historische Integrität des Museums erhalten bleibt und gleichzeitig die Vorteile moderner Energielösungen genutzt werden. Viele Freilichtmuseen unterliegen strengen Vorschriften für den Denkmalschutz. Alle Projekte für erneuerbare Energien müssen diesen Vorschriften entsprechen, die oft die Genehmigung von Denkmalschutzbehörden erfordern, um sicherzustellen, dass die visuelle und historische Integrität der Stätte erhalten bleibt. Die nachfolgenden Techniken können in Betracht gezogen werden, beschrieben im nächsten Kapitel.

4.6.2. Techniken

4.6.2.1. Diskrete Platzierung von Systemen für erneuerbare Energien

Gebäudeintegrierte Fotovoltaik (BIPV): Anstatt herkömmliche Solarzellen zu installieren, können bei der BIPV Solarzellen direkt in Baumaterialien wie Dachziegel, Fenster oder Fassaden integriert werden. Dies ermöglicht die Energieerzeugung ohne die optische Beeinträchtigung durch herkömmliche Solarzellen. Ein Museum kann zum Beispiel Solarziegel verwenden, die das Aussehen traditioneller Dachmaterialien nachahmen.



Freiflächen-Solarmodule: In Freilichtmuseen mit großen, nicht-historischen Flächen können Freiflächen-Solarmodule an Orten installiert werden, die von den Hauptbesucherbereichen nicht einsehbar sind. Diese könnten auf nahe gelegenen Feldern, hinter Bäumen oder am Rande des Museumsgeländes angebracht werden.

4.6.2.2. Einsatz von nicht-invasiven Technologien

Kleine Windturbinen: Diese können so gestaltet werden, dass sie sich in die Landschaft einfügen, möglicherweise unter Verwendung von Holz oder anderen Materialien, die mit den historischen Elementen des Museums harmonieren. Windturbinen mit vertikaler Achse, die im Allgemeinen optisch weniger störend sind, können ebenfalls eine Option sein.

Wasserkraftwerke: In Museen, die sich in der Nähe von Gewässern befinden, können Mikro-Wasserkraftanlagen installiert werden. Diese Systeme sind klein und erfordern oft nur eine minimale Infrastruktur, die entlang bestehender Wasserläufe verborgen oder sogar in historische Wasseranlagen wie Mühlen integriert werden kann.

4.6.2.3. Techniken zur Tarnung

Anlagen für erneuerbare Energien können so getarnt werden, dass sie sich in die historische Umgebung einfügen. So können beispielsweise Solarmodule so auf Dächern angebracht werden, dass sie der Dachlinie folgen und Farben und Materialien verwendet werden, die dem ursprünglichen Dach ähneln.

4.6.3. Beispiele für Anwendungen in Freilichtmuseen

4.6.3.1. Skansen, Schweden

Integration erneuerbarer Energien: Skansen, das erste Freilichtmuseum der Welt, hat verschiedene Nachhaltigkeitsinitiativen umgesetzt, darunter die Verwendung von Solarzellen auf nicht historischen Gebäuden. Diese Paneele versorgen moderne Einrichtungen wie Besucher*innenzentren und Cafés mit Strom, während die Integrität der historischen Gebäude erhalten bleibt. Historischer Kontext: Die Solarmodule sind auf Gebäuden installiert, die die historische Atmosphäre des Museums nicht beeinträchtigen, so dass die Besucher*innen das kulturelle Erbe Schwedens weiterhin erleben können. [116]

4.6.3.2. Lebendiges Museum von Weald und Downland, UK

Integration erneuerbarer Energien: Dieses Museum, das historische Gebäude aus dem ländlichen England zeigt, hat erneuerbare Energien durch den Einsatz von Biomasseheizkesseln für die Heizung integriert. Die Biomasse wird aus der Region bezogen, was mit dem Schwerpunkt des Museums auf dem traditionellen Landleben übereinstimmt. Ästhetische Überlegungen: Der Biomassekessel ist in einem neuen Gebäude untergebracht, das



so konzipiert wurde, dass es sich in den historischen Kontext des Standorts einfügt und die Authentizität des Museums nicht beeinträchtigt. [117]

4.6.3.3. Koloniales Williamsburg, USA

Integration erneuerbarer Energien: Colonial Williamsburg ist zwar kein Freilichtmuseum im herkömmlichen Sinne, hat aber Sonnenkollektoren und geothermische Heiz- und Kühlsysteme integriert. Diese Technologien werden so eingesetzt, dass sie für die Öffentlichkeit unsichtbar sind und die Ästhetik der Kolonialzeit unangetastet bleibt. Digitale Technologien: Die erzeugte Energie unterstützt die digitale Infrastruktur des Museums, einschließlich interaktiver Exponate und Bildungsprogramme, ohne die historische Atmosphäre zu beeinträchtigen. Diese Beispiele zeigen, wie Freilichtmuseen erfolgreich erneuerbare Energietechnologien integrieren und gleichzeitig ihre historische und ästhetische Integrität bewahren können. Der Schlüssel liegt in einer durchdachten Planung, dem Einsatz innovativer Technologien und der Einhaltung von Erhaltungsprinzipien. [118] Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über Technologien für erneuerbare Energien, die sich für ein Freilichtmuseum eignen, einschließlich der geschätzten Preise (Tabelle 8).

Tabelle 8: Erneuerbare Energietechnologien (2024)

Name der Technologie	Preis	Beispiel
Fotovoltaik (PV)-Paneele	2,50 \$ bis 3,50 \$ pro installiertem Watt. Bei einem 10-kW-System beläuft sich dies auf 25.000 bis 35.000 \$.	Die California Academy of Sciences nutzt ein 60.000 Quadratmeter großes Wohndach mit PV-Zellen.
Solare Beleuchtung	\$50 bis \$200 pro Leuchte, je nach Design und Lumen.	
Windenergie [119] <ul style="list-style-type: none"> Kleine Windturbinen 	\$3.000 bis \$5.000 pro installiertem kW. Ein typisches 5-kW-System könnte 15.000 bis 25.000 \$ kosten.	Das Massachusetts Museum of Contemporary Art nutzt eine kleine Windturbine.
Geothermische Energie [120]	10.000 bis 30.000 US-Dollar für ein System für Privathaushalte, wobei größere Systeme für gewerbliche Anwendungen mehr kosten.	Das Oregon Institute of Technology nutzt in großem Umfang geothermische Energie.
Wasserkraft [121] <ul style="list-style-type: none"> Mikro-Wasserkraftsysteme 	\$1.000 bis \$20.000 je nach Standort und Systemkapazität.	Das Center for Alternative Technology in Wales nutzt Mikro-Wasserkraft.



Zusätzliche Technologien - Energiespeichersysteme	300 bis 500 \$ pro kWh. Bei einem 10-kWh-Batteriesystem beläuft sich dies auf 3.000 bis 5.000 \$.	

4.7. Künstliche Intelligenz - AI

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik, das sich mit der Entwicklung von Systemen befasst, die in der Lage sind, Aufgaben auszuführen, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern. KI hat sich zu einem der am schnellsten wachsenden Bereiche entwickelt und ist für zahlreiche Sektoren unverzichtbar, da sie die Produktivität steigert, neue Fähigkeiten ermöglicht und erhebliche Vorteile bietet. KI umfasst eine Vielzahl von Teilbereichen, die vom Allgemeinen (Lernen, logisches Denken, Wahrnehmung usw.) bis hin zum Speziellen reichen, wie z. B. Schach spielen, mathematische Theoreme beweisen, Gedichte schreiben, Auto fahren oder Krankheiten diagnostizieren. [122] Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Meilensteine der KI-Geschichte von den 1950er Jahren bis heute (Tabelle 9 [118])

Tabelle 9: Meilensteine der KI-Geschichte

Jahr	Beschreibung
1950	Der von Alan Turing durchgeführte Turing-Test , mit dem die KI der Welt vorgestellt wurde.
1951	Die Entwicklung des ersten künstlichen neuronalen Netzes (ANN).
1952	Die Entwicklung von Samuel Checkers-Playing Program, dem ersten selbstlernenden Spielprogramm der Welt.
1958	Die Entwicklung des Perceptrons , eines frühen ANN, das aus Daten lernen konnte und die Grundlage für moderne neuronale Netze bildete.
1965	Die Entwicklung des ersten Expertensystems namens Dendral, das organische Chemiker bei der Identifizierung unbekannter organischer Moleküle unterstützte.
1966	<ul style="list-style-type: none"> Die Entwicklung des Computerprogramms Eliza, das in der Lage ist, Gespräche mit Menschen zu führen und sie glauben zu lassen, die Software habe menschenähnliche Emotionen. Die Entwicklung von Shakey, dem ersten mobilen intelligenten Roboter der Welt, der KI, Computer Vision, Navigation und NLP kombiniert. Er ist der Großvater von selbstfahrenden Autos und Drohnen.



1969	Arthur Bryson und Yu-Chi Ho beschrieben einen Backpropagation-Lernalgorithmus , der mehrschichtige ANNs ermöglicht, einen Fortschritt gegenüber dem Perceptron und eine Grundlage für Deep Learning .
1989	Yann LeCun, Yoshua Bengio und Patrick Haffner demonstrierten, wie Faltungsneuronale Netze (CNNs) zur Erkennung handgeschriebener Zeichen eingesetzt werden können, und zeigten damit, dass Neuronale Netze auch auf reale Probleme angewendet werden können.
1997	Sepp Hochreiter und Jürgen Schmidhuber schlugen das rekurrente neuronale Netz mit langem Kurzzeitgedächtnis (Long Short-Term Memory, LSTM) vor, das ganze Datenfolgen wie Sprache oder Video verarbeiten kann.
2000	Forscher*innen der Universität Montreal veröffentlichten das Buch "A Neural Probabilistic Language Model" (Ein neuronales probabilistisches Sprachmodell), das eine Methode zur Modellierung von Sprache mit Hilfe von neuronalen Feedforward-Netzen vorschlägt.
2006	<ul style="list-style-type: none"> • Fei-Fei Li begann mit der Arbeit an der 2009 eingeführten Bilddatenbank ImageNet, die zum Katalysator für den KI-Boom und zur Grundlage eines jährlichen Wettbewerbs für Bilderkennungsalgorithmen wurde. • Das ursprüngliche Ziel von IBM Watson war es, einen Menschen in der berühmten Quizshow „Jeopardy!“ zu schlagen. 2011 besiegte das fragende Computersystem den bisherigen (menschlichen) Champion der Show, Ken Jennings.
2009	Rajat Raina, Anand Madhavan und Andrew Ng veröffentlichten "Large-Scale Deep Unsupervised Learning Using Graphics Processors" und stellten die Idee vor, GPUs für das Training großer neuronaler Netze zu verwenden.
2014	<ul style="list-style-type: none"> • Ian Goodfellow und Kollegen erfanden generative adversarische Netzwerke, eine Klasse von maschinellen Lernsystemen, die zur Generierung von Fotos, zur Transformation von Bildern und zur Erstellung von Deepfakes verwendet werden. • Facebook hat das Deep-Learning-Gesichtserkennungssystem DeepFace entwickelt, das menschliche Gesichter in digitalen Bildern mit nahezu menschlicher Genauigkeit identifiziert.
2018	OpenAI veröffentlichte GPT (Generative Pre-trained Transformer) und ebnete damit den Weg für nachfolgende LLMs.
2020	<ul style="list-style-type: none"> • Open AI hat das GPT-3 LLM veröffentlicht, um menschenähnliche Textmodelle zu erzeugen. • Nvidia hat die Beta-Version seiner Omniverse-Plattform zur Erstellung von 3D-Modellen in der physischen Welt angekündigt.
2022	OpenAI hat ChatGPT im November veröffentlicht, um eine Chat-basierte Schnittstelle zu seinem GPT-3.5 LLM bereitzustellen.

2023	OpenAI kündigte das multimodale LLM GPT-4 an, das sowohl Text- als auch Bild-Eingaben empfängt.
------	---

Wie kann eine Maschine also Intelligenz auf menschlichem Niveau erreichen? Wie macht es der Mensch? Indem er aus Erfahrungen lernt! Maschinelles Lernen (ML) ist das spezielle Teilgebiet der KI, das sich auf die Entwicklung von Algorithmen konzentriert, die aus einer Reihe von Daten lernen können, indem sie diese verarbeiten, ein Erfahrungsmodell erstellen und schließlich Vorhersagen treffen. [123]

Da die Rechnerkapazität und die Menge der verfügbaren Daten im Laufe der Jahre zunahm, reichten die traditionellen Lernalgorithmen nicht mehr aus, um die Daten zu verarbeiten, und eine andere Lösung wurde benötigt: neuronale Netze. Die Struktur eines neuronalen Netzes ähnelt der des menschlichen Gehirns und besteht aus miteinander verbundenen Knoten, die als Neuronen bezeichnet werden (

Abbildung 6). Die erste Gruppe von Knoten bildet die Eingabeschicht, die die Daten aufnimmt. Die zweite Gruppe von Knoten bildet die versteckte Schicht, in der die Daten verarbeitet werden. Die Ausgabeschicht schließlich liefert die Ergebnisse. Die Anzahl der Knoten in der Ausgabeschicht eines Bildklassifizierers hängt beispielsweise von der Anzahl der Datenkategorien ab, mit denen er trainiert wurde. Je mehr verborgene Schichten ein neuronales Netz hat, desto tiefer ist es, und das Computersystem, das es verwendet, kann komplexere Aufgaben lösen (Abbildung 7). [124]

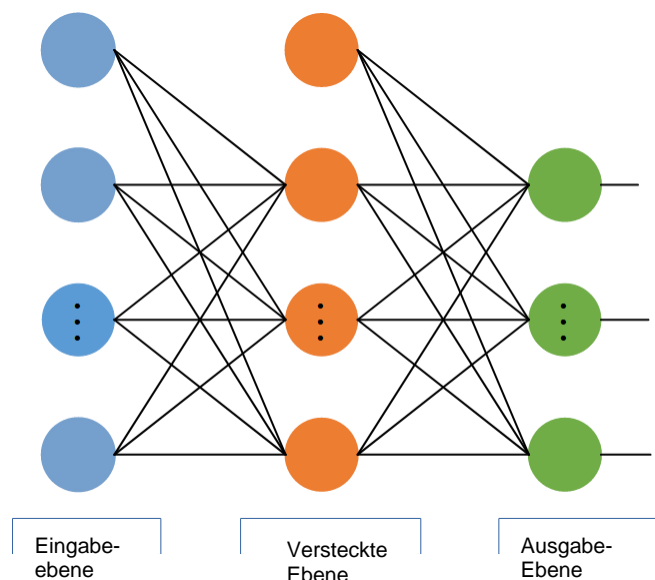


Abbildung 6: Neuronales Netz

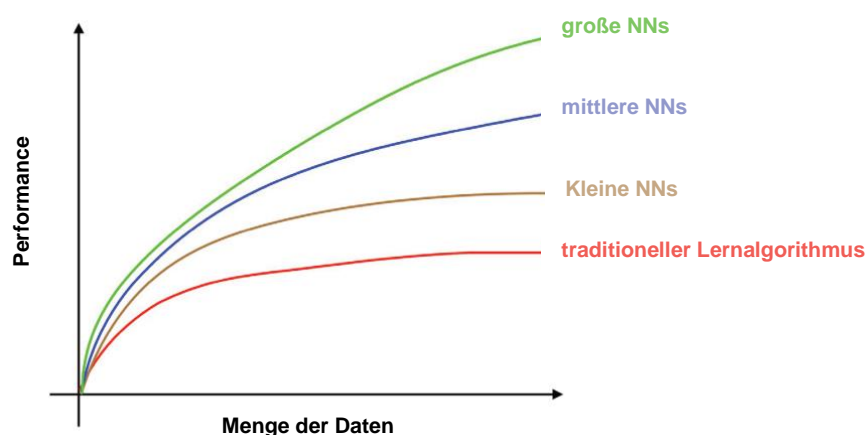


Abbildung 7: Leistung herkömmlicher Lernalgorithmen und neuronaler Netze (NNs)

Algorithmen für maschinelles Lernen können in überwachtes Lernen, unüberwachtes Lernen und Verstärkungslernen unterteilt werden. Beim überwachten Lernen wird jede Eingabe mit einer Ausgabe verbunden, die als Label bezeichnet wird. Nach dem Trainingsprozess kann das System eines der Eingangslabels einem unbekanntem Eingang zuordnen, der nicht für das Training verwendet wurde. Diese Methode umfasst verschiedene Algorithmen wie lineare Regression, Entscheidungsbäume und Support-Vektor-Maschinen. Beim unüberwachten Lernen sind die Eingabedaten unbeschriftet, und das Ziel besteht darin, sie zu verstehen, indem nützliche Merkmale identifiziert, verborgene Muster entdeckt oder in Gruppen zusammengefasst werden. Beim Verstärkungslernen lernt der Agent durch eine Reihe von Verstärkungen: Belohnungen und Bestrafungen. Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Komponenten des Verstärkungslernens. (Tabelle 10 [125])

Tabelle 10: Schlüsselkomponenten des Verstärkungslernens

Name der Komponente	Beschreibung
Agent	Der Agent ist ein unabhängiges Computerprogramm, eine Software oder eine Entität, die mit der Umgebung interagiert, sie versteht und eine Aktion ausführt.
Umwelt	Die Umgebung ist das externe System, die Aufgabe, die Simulation oder die Gesamtheit der Elemente, mit denen der Agent interagiert.
Speicher	Der Speichermechanismus beim Deep Reinforcement Learning speichert den Zustand und die vom Agenten durchgeführten Aktionen. Er spielt das gesamte Szenario nach, um den Fachleuten zu helfen, die Effizienz des Modells zu bestimmen.



Belohnungssignal	Das Belohnungssignal sagt dem Agenten, ob eine bestimmte Aktion wünschenswert ist oder nicht. Es dient als Feedback-Mechanismus, der dem Agenten hilft, seine Strategie und Wertfunktion nach jeder Aktion zu aktualisieren.
Politik	Die Politik bezieht sich auf eine Strategie oder eine Reihe von Handlungen, die der Agent in einem Zeitschritt verfolgt, nachdem er die Umwelt beobachtet hat.
Wertfunktion	Die Wertfunktion sagt den Wert eines Zustands voraus und berechnet die kumulative Belohnung, die der Agent erhalten kann, wenn er eine bestimmte Aktion ausführt.

Ein Teilbereich des maschinellen Lernens, das so genannte Deep Learning, verwendet tiefe neuronale Netze zur Verarbeitung von Eingabedaten. Der Begriff "tief" bezieht sich auf tiefe neuronale Netze, mit denen die Eingabedaten verarbeitet werden. Diese Arten von Netzen enthalten, wie bereits erwähnt, mehrere versteckte Schichten (Abbildung 8). Anhand der Richtung, in der sich die Eingabedaten während des Prozesses zwischen den Schichten bewegen, können Feedforward- und rekurrente neuronale Netze unterschieden werden. In einem neuronalen Feedforward-Netz ist der Datenfluss unidirektional, er bewegt sich von den Knoten der Eingabeschicht über die Knoten der verborgenen Schicht zu den Knoten der Ausgabeschicht. Es handelt sich um einen einzigen Durchlauf, d. h. die Daten werden nur einmal verarbeitet. In einem rekurrenten neuronalen Netz hingegen werden die Daten in mehreren Schritten verarbeitet, und das Netz lernt bei jedem Schritt aus den vergangenen Eingaben.

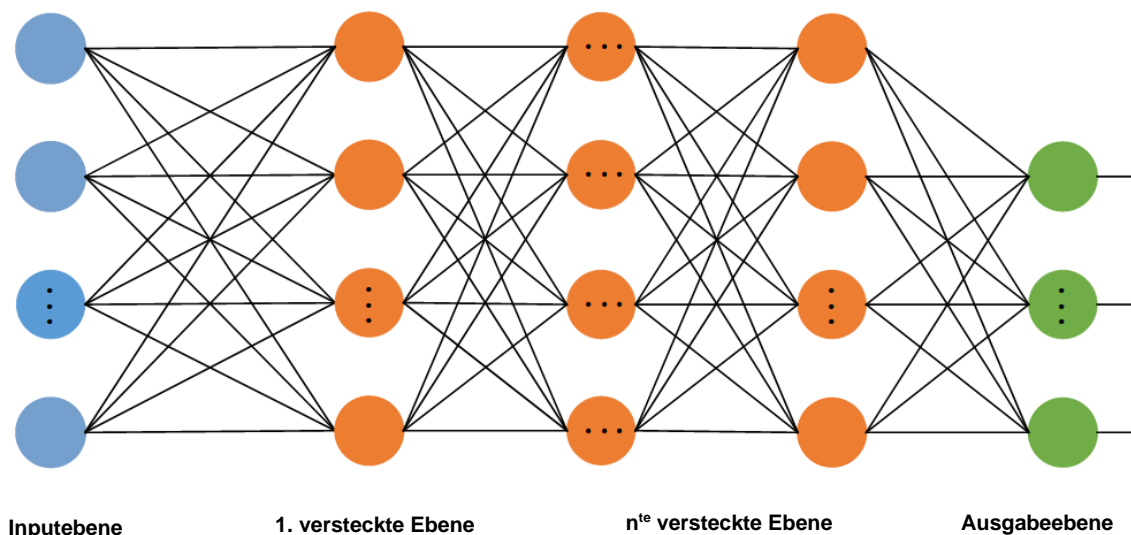


Abbildung 8: Tiefes neuronales Netz

Maschinelles Lernen wird in verschiedenen Branchen eingesetzt, unter anderem im Gesundheitswesen, im Finanzwesen, im Einzelhandel und in der Fertigung. Im Gesundheitswesen wird es für prädiktive Analysen, personalisierte Medizin und Diagnosetools verwendet. Im Finanzwesen wird es für die Betrugserkennung, den algorithmischen Handel und das Risikomanagement eingesetzt. Im Einzelhandel wird sie für die Kund*innensegmentierung, Empfehlungssysteme und die Bestandsverwaltung eingesetzt. In der Fertigung wird sie für die vorausschauende Wartung und Qualitätskontrolle eingesetzt. Die folgende Tabelle zeigt einige wichtige KI-Trends. (Tabelle [126])

Tabelle 11: Verschiedene KI-Trends

AI-Trendname	Beschreibung
Multimodale KI (und Video) [127]	Die nächste Welle generativer KI-Fortschritte wird sich nicht nur auf die Verbesserung der Leistung konzentrieren, sondern auch auf die Entwicklung von Modellen, die mehrere Modalitäten und unterschiedliche Datentypen (Text, Video, Bild usw.) als Eingabe verarbeiten können.
KI-Ethik und Vorschriften [127]	Die multimodalen KI-Fortschritte öffnen auch neue Türen für Missbrauch: Deepfakes, Probleme mit dem Schutz der Privatsphäre, Aufrechterhaltung von Vorurteilen und sogar die Umgehung von CAPTCHA-Schutzmechanismen. Um diese Situationen zu bewältigen, sind Rechtsvorschriften erforderlich.



Schatten AI [127]	Unternehmen müssen nicht nur eine sorgfältige, kohärente und klar formulierte Unternehmensrichtlinie für generative KI haben, sondern sich auch vor Schatten-KI hüten: die "inoffizielle" persönliche Nutzung von KI am Arbeitsplatz durch Mitarbeiter*innen.
Edge AI [128]	Edge-KI bezieht sich auf den Einsatz von KI-Methoden auf lokalen Geräten wie Sensoren und IoT-Geräten (z. B. Smartphones), die eine Datenverarbeitung und -analyse in Echtzeit ermöglichen, ohne Cloud-Computing zu nutzen. Das trainierte Modell wird in einem lokalen Netzwerk gespeichert. Auf diese Weise ist die Latenzzeit viel geringer als beim Zugriff auf die Cloud-Infrastruktur, so dass die Kommunikation nahezu in Echtzeit erfolgt. Selbstfahrende Autos, tragbare Geräte, Sicherheitskameras und Smartphone-Geräte sind einige Beispiele für Edge-KI-Technologien.
Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI	Menschen und KI zusammen sind besser als jeder für sich. KI verbessert die Fähigkeit von Datenwissenschaftlern, sinnvolle Erkenntnisse aus Daten zu gewinnen [129]. KI hat das Potenzial, große Herausforderungen im Bildungsbereich zu bewältigen, Innovationen bei den Lehrmethoden voranzutreiben und Lernpraktiken zu verbessern. Die UNESCO hat sich verpflichtet, die Mitgliedstaaten dabei zu unterstützen, das Potenzial der KI-Technologien für die Verwirklichung der Agenda Bildung 2030 zu nutzen. [130]

4.7.1. Chatbots mit großem Sprachmodell (LLM)

Large Language Model (LLM) Chatbot ist eine Art von AI-Programm, das mit den Benutzer*innen interagieren kann. Das Programm erkennt die Eingabe (Text) der Nutzer*innen und erzeugt eine Ausgabe (ebenfalls Text, in natürlicher, menschenähnlicher Form). Chatbots beruhen im Allgemeinen auf maschinellem Lernen, insbesondere auf neuronalen Netzen. Der Begriff "groß" bezieht sich auf die Größe des beim Training verwendeten Datensatzes. LLM-Chatbots sind Deep-Learning-Programme, die auf tiefen neuronalen Netzen trainiert werden. Diese Themen wurden bereits im vorherigen Abschnitt vorgestellt. Diese komplexen Netzwerke können die von den Benutzer*innen eingegebenen Eingaben verarbeiten und mit einer gewissen Effizienz darauf reagieren. Beispiele für LLM-Chatbots aus der Praxis sind ChatGPT, Bard, Llama und Bing Chat. Diese Tools sind sehr nützlich, aber wie bei jedem anderen Computerprogramm ist Perfektion nicht garantiert. Die folgende Liste zeigt die Vor- und Nachteile von LLM-Chatbots. [125]



Vorteile von LLM-Chatbots:

- Die Fähigkeit, unvorhersehbare Fragen zu beantworten.
- Sie geben kontextuell relevante und kohärente Antworten.
- Relativ kurze Antwortzeiten, die die Informationsbeschaffung für die Nutzer*innen vereinfachen.
- Nutzung von Nutzer*inneneingaben zur Verbesserung und Verfeinerung der Modellschulung.

Nachteile von LLM-Chatbots:

- Erforderlich sind qualitativ hochwertige Trainingsdaten, um das Risiko zu minimieren, dass ungenaue oder falsche Informationen erzeugt werden.
- Sie sind für eine optimale Leistung auf umfangreiche Datensätze angewiesen, was eine erhebliche Rechenleistung erfordern kann.
- Aktuelle Sicherheits Herausforderungen.
 - Anfällig für Manipulationen durch böswillige Eingaben, die zu verzerrten, schädlichen oder unethischen Antworten führen können.
 - Die Verwendung von Benutzer*inneneingaben zur Modellverfeinerung wirft Bedenken hinsichtlich der Preisgabe vertraulicher Daten bei der Beantwortung anderer Anfragen auf.

Die folgende Tabelle (Tabelle) zeigt die Entwicklung von KI-Chatbots vom ersten ELIZA (1966) bis zu Bard (2023). [118]



Tabelle 12: AI Chatbots

Kategorie	Jahr	Chatbot-Name	Beschreibung
Einfache Chatbots (erkennen einfache Schlüsselwörter, um geskriptete Antworten zu generieren)	1966	ELIZA	Der erste Chatbot der Welt.
	1995	A.L.I.C.E.	Ähnlich wie ELIZA, aber komplexer.
	2001	SmarterChild	Interaktion mit AOL Instant Messenger-Benutzern.
Konversationsagenten (verstehen komplexe menschliche Sprache, verarbeiten Sprachbefehle und lernen aus früheren Interaktionen)	2010	IBM Watson	Ein Computer, der Fragen beantwortet und in der Fernsehshow <i>Jeopardy!</i>
	2011	Siri	Der virtuelle Assistent von Apple.
	2014	Alexa	Der virtuelle Assistent von Amazon.
		Echo	Der intelligente Lautsprecher von Amazon.
Generative AI-Chatbots	2021	Jaspis KI	Copywriting-Plattform für Geschäftskunden.
	2022	ChatGPT	OpenAIs generativer KI-Chatbot für allgemeine Zwecke.
	2023	Bard	Der generative KI-Chatbot von Google.

4.7.2. Erweiterte Analytik

Augmented Analytics ist eine Art der Datenanalyse, die durch KI-Methoden erweitert wird: maschinelles Lernen automatisiert komplexe Analyseprozesse wie die Datenaufbereitung und die Gewinnung von Erkenntnissen, und Natural Language Processing (NLP) ermöglicht es allen Benutzer*innen, auch ungeschulten Geschäftsanwender*innen, Fragen zu ihren Daten zu stellen und Antworten auf einfache, dialogorientierte Weise zu erhalten. Daten stellen die größte Chance in der modernen Wirtschaft dar. Mit ihnen können Unternehmen wissen, was sie wann produzieren, an wen sie vermarkten, wie sie sich weiterentwickeln sollen und vieles mehr. Die Menge der heute verfügbaren Daten ist zu groß, als dass Menschen sie allein verarbeiten könnten. Technologien wie KI werden benötigt, um schneller zu aussagekräftigen



Erkenntnissen zu gelangen. Augmented Analytics kann die Zukunft von Business Intelligence (BI) und Datenanalyse, einschließlich prädiktiver Analyse, sein. [131]

4.7.3. KI im Tourismus, Vorteile für das Freilichtmuseum

Die KI hat die Tourismusbranche durch verschiedene Innovationen auf vielfältige Weise verändert. Die folgende Tabelle fasst sie mit ihrer Beschreibung und Beispielen aus der Praxis zusammen (Tabelle 13 [132])

Tabelle 13: KI-bezogene Innovationen in der Reisebranche

Name der Innovation	Beschreibung	Beispiele
Reiseassistent	Ein KI-Assistent kann bei der Reiseplanung helfen, von der Hotelbuchung bis zum Eintragen von Terminen in den Kalender. Mithilfe von Datenwissenschaft und maschinellem Lernen können Reisende Empfehlungen erhalten, die auf ihre Vorlieben zugeschnitten sind.	<ul style="list-style-type: none"> • Skyscanner • Airbnb • Tripadvisor
Virtuelle Kundenbetreuung	Hotels, Reisebüros und Fluggesellschaften nutzen Chatbots, um ihren Kundenservice zu verbessern. Automatisierte Antworten liefern Antworten auf häufig gestellte Fragen.	
Biometrische Identifizierung	Nach Angaben der New York Times suchen Flughäfen nach Möglichkeiten, biometrische Überprüfungsmethoden wie die Gesichtserkennung einzusetzen. Bald werden die Fluggesellschaften von ihren Passagieren verlangen, dass sie sich vor dem Einsteigen in ein Flugzeug einer biometrischen Überprüfung unterziehen.	
AR, VR	Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) ermöglichen	<ul style="list-style-type: none"> • Die National Geographic VR-App



	<p>es den Nutzer*innen, ihre Zielorte virtuell zu erleben, ohne dorthin zu reisen.</p>	<p>ermöglicht es Ihnen, jeden beliebigen Ort mit einer Oculus 360 zu besuchen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Touristen können an Asbury Park AR-Touren teilnehmen. • Das Amerikanische Museum für Naturgeschichte bietet AR-Touren mit der Explorer App an. • Das britische Reiseunternehmen Thomas Cook steigerte die Buchungen für New York um 190 %, nachdem es eine VR-basierte "Try Before You Fly"-Kampagne eingeführt hatte. • Das Atlantis in Dubai nutzt VR, um mehr Besucher anzuziehen.
<p>Übersetzungsdienst</p>	<p>In der heutigen globalisierten Welt ist die Überwindung von Sprachbarrieren im Tourismussektor von entscheidender Bedeutung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Google Translation Api • Lingo24 (KI-gestütztes kognitives Computing für eine weniger roboterhafte Übersetzung)

Wie die obigen Beispiele zeigen, könnten Freilichtmuseen von der KI-Technologie profitieren. Wenn die Besucher*innen an einer bestimmten Station anhalten, können sie die KI bitten, ihnen Informationen über die Attraktionen zu geben. Mit der Erweiterung der AR- und VR-Technologie kann er/sie sehen, wie das Leben in früheren Zeiten war. Wenn die KI für mehrere Sprachen trainiert wird, sollten Menschen aus verschiedenen Ländern kein Problem darstellen. Die Gesichtserkennung könnte es Museen ermöglichen, allgemeine Informationen über ihre Besucher*innen zu sammeln (z. B. die Altersverteilung), aber auch rechtliche Fragen.

4.8. Personalisierung (Personalisierungsalgorithmen, Videoanalyse, Stimmungsanalyse, virtuelle Assistenten, Digital Signage, Tracking, Überwachung des Besucher*innenverhaltens)

In diesem Kapitel werden Möglichkeiten erörtert, wie die Benutzer*innenerfahrung von Museumsbesucher*innen durch Personalisierung verbessert werden kann. Abbildung 9 gibt einen Überblick über die Themen in diesem Kapitel. Das Kapitel beginnt mit einem Überblick über Personalisierungsalgorithmen (basierend auf Stereotypen, Inhalten und dynamischer Anpassung). Anschließend werden Videoanalyse und Tracking zur Überwachung der Besucher*innenwege erörtert. Außerdem werden Stimmungsanalysen und virtuelle Assistenten, wie Chatbots, beschrieben. Digital Signage ist das letzte Unterkapitel und erklärt, wie man digitale Displays in Museen einbinden kann.

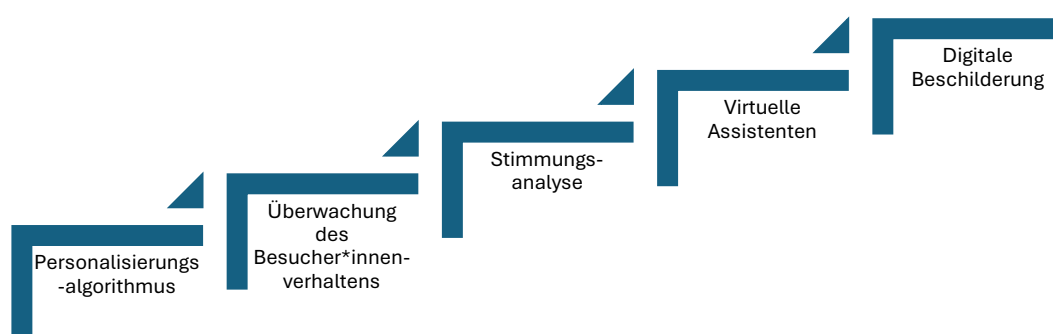


Abbildung 9: Verbesserung des Benutzer*innenerlebnisses in Museen durch Personalisierungstools.

4.8.1. Personalisierungsalgorithmen

Personalisierungsalgorithmen werden in Museen eingesetzt, um den Besucher*innenn ein auf ihre Interessen zugeschnittenes Erlebnis zu bieten. Der Personalisierungsprozess beginnt mit der Sammlung von Nutzer*innendaten, um ein Nutzer*innenprofil zu erstellen, das Interessen und Vorlieben widerspiegelt. Die personalisierten Inhalte werden dann automatisch angepasst, indem Kunstwerke und Ausstellungen vorgeschlagen werden, die den erfassten Vorlieben entsprechen. [133] Dies trägt dazu bei, die Benutzer*innenerfahrung der Besucher*innen zu verbessern. Es gibt verschiedene Methoden zur Personalisierung von Museumserlebnissen, die in der folgenden Abbildung beschrieben werden (Abbildung 10).



Abbildung 10: Personalisierungsalgorithmen

Stereotyp-basierte Modellierung bedeutet, dass zu Beginn eines Museumsbesuchs bestimmte Annahmen über die Präferenzen der Besucher*innen auf der Grundlage ihrer Merkmale getroffen werden. Inhaltsbasiertes Filtern bedeutet, dass der Besuch im Hinblick darauf aufgezeichnet wird, was bestimmte Besucher*innen während ihres Besuchs angesehen haben. Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen für weitere Exponate ausgesprochen.

Dynamische Anpassung bedeutet, dass die personalisierten Empfehlungen in Echtzeit geändert werden, basierend auf dem aktuellen Besuch der Person. So bleibt der Besuch interessant.

Die größte Herausforderung bei der Personalisierung in Museen besteht darin, das richtige Gleichgewicht zwischen Empfehlungen und der Belastung der Besucher*innen mit zu vielen Anfragen nach Feedback zu finden. Es müssen genügend Daten gesammelt werden, um genaue Empfehlungen zu geben, ohne dass sich der Besucher oder die Besucherin zu sehr beobachtet fühlt. Die Anwendung von Personalisierungsalgorithmen in Museen kann dazu führen, dass Besucher*innen länger bleiben und sich intensiver mit verschiedenen Kunstwerken auseinandersetzen. [133]

4.8.2. Überwachung des Besucher*innenverhaltens

Ein weiteres Thema, das eng mit Personalisierungsalgorithmen zusammenhängt, ist die Überwachung von Museumsbesucher*innen. Die Videoanalyse in Museen ermöglicht eine detaillierte Überwachung des Besucher*innenverhaltens in Echtzeit, wodurch die Museen wertvolle Erkenntnisse darüber gewinnen können, wie die Besucher*innen mit den Ausstellungen interagieren. Mit dieser Technologie wird erfasst, welche Exponate besondere Aufmerksamkeit erregen, wie sich die Besucher*innen durch die Ausstellung bewegen und welche Bereiche möglicherweise nicht die gewünschte Besucher*innenzahl anziehen. Mithilfe von Videoaufzeichnungen können Forscher*innen das Besucher*innenverhalten genau analysieren. Die Videoaufnahmen bieten die Möglichkeit, nicht nur die visuellen Interaktionen zwischen Besucher*innen und Exponaten zu untersuchen, sondern auch nonverbale Kommunikation, Blickrichtungen und Körperhaltungen zu erfassen. Die Art und Weise, wie Besucher*innen mit Begleiter*innen oder anderen Besucher*innen interagieren, hat einen



erheblichen Einfluss darauf, welche Exponate aufmerksamer betrachtet werden und wie lange man sich mit bestimmten Ausstellungsstücken beschäftigt. [134]

Die gewonnenen Erkenntnisse sind nicht nur für die Gestaltung und Verwaltung von Ausstellungen wichtig, sondern auch für die Entwicklung von Marketingstrategien und die Besucher*innenlenkung. Anhand der Videoanalyse können Museen bestimmte Bereiche identifizieren, die möglicherweise mehr Aufmerksamkeit benötigen oder die aufgrund ihrer Beliebtheit angepasst werden sollten. Darüber hinaus können diese Daten helfen, neue Ausstellungen und Informationsressourcen effektiver zu planen, um das Besucher*innenerlebnis zu optimieren. [134]

Eine andere Möglichkeit, den Museumsbesuch zu analysieren, ist das mobile Eye-Tracking. Bei dieser Technik kommen spezielle Geräte zum Einsatz, in die zwei Kameras integriert sind: Eine Kamera verfolgt die Augenbewegungen der Besucher*innen, indem sie unsichtbare Infrarotpunkte projiziert, während die andere Kamera das Blickfeld aufzeichnet. Die Echtzeit-Aufnahmen ermöglichen eine genaue Verfolgung der Bereiche der Ausstellung, die von den Besucher*innen beobachtet werden, und geben Aufschluss darüber, wie sie sich in ihrer Umgebung bewegen. Die mobile Blickverfolgung liefert wertvolle Erkenntnisse darüber, welche Exponate die meiste Aufmerksamkeit erhalten und wie die Besucher*innen Informationen visuell verarbeiten. So lässt sich feststellen, ob sich die Besucher*innen zunächst einen allgemeinen Überblick über eine Ausstellung verschaffen, bevor sie sich auf bestimmte Exponate konzentrieren, oder ob sie gezielt bestimmte Bereiche ansteuern. Ein entscheidender Vorteil der mobilen Blickverfolgung ist, dass sie unaufdringlich und direkt Daten aus der Perspektive der Besucher*innen sammelt, ohne dass diese bewusst reagieren müssen. So können die kognitiven Prozesse, die der visuellen Wahrnehmung und Entscheidungsfindung zugrunde liegen, genauer analysiert werden. Diese Methode liefert den Museen wertvolle Informationen über die Wirksamkeit der Ausstellungsgestaltung und ermöglicht es ihnen, gezielt Bereiche zu identifizieren, die weniger Aufmerksamkeit erhalten als beabsichtigt. [135]

Durch die Erfassung dieser Daten erhalten die Museen detaillierte Einblicke in die Navigationsmuster und das Verhalten der Besucher*innen in den verschiedenen Ausstellungsbereichen. Diese Informationen sind für die Gestaltung von Ausstellungen und die Optimierung der Raumaufteilung unerlässlich, da sie Aufschluss darüber geben, welche Exponate und Bereiche besondere Aufmerksamkeit erhalten und wie der Fluss innerhalb der Ausstellung verbessert werden kann. [135] Es gibt jedoch auch Herausforderungen, die beim Einsatz von mobilem Eye Tracking zu berücksichtigen sind. Dazu gehören mögliche Einschränkungen aufgrund der hinderlichen Natur der Technologie, die Genauigkeit der Daten und die Komplexität der Datenanalyse. Eye Tracking erfasst nur die visuellen Fixationen und gibt keinen direkten Einblick in die mentalen Prozesse der Besucher*innen. Darüber hinaus kann die technische Umsetzung teuer sein und die Analyse großer Datenmengen ist oft



zeitaufwändig. [135] Zeitmessung und Tracking erfassen eine Vielzahl von Variablen, die in vier Hauptkategorien unterteilt werden: Anhalteverhalten, andere Verhaltensweisen, beobachtbare demografische Variablen und Situationsvariablen. Zu den Daten über das Halteverhalten gehören beispielsweise die Zeit, die die Besucher*innen in einem Bereich verbringen, die Anzahl der Halte und die Zeit, die sie an den einzelnen Exponaten verbringen. Andere Verhaltensweisen umfassen den Weg der Besucher*innen durch die Ausstellung, soziale Interaktionen und die Nutzung interaktiver Elemente. Zu den demografischen Variablen gehören das geschätzte Alter, das Geschlecht und die Gruppenzusammensetzung, während die situativen Variablen Faktoren wie die Besucher*innendichte, die Tageszeit und besondere Ereignisse berücksichtigen. [135]

Diese Methoden ermöglichen es, die Besucher*innen auf der Grundlage ihres Verhaltens und ihrer Interessen in verschiedene Gruppen oder Cluster einzuteilen. So können beispielsweise Besucher*innengruppen identifiziert werden, die sich intensiv mit den Informationen der Exponate auseinandersetzen ("Entdecker"), im Gegensatz zu jenen, die sich eher einen allgemeinen Überblick verschaffen wollen ("Gelegenheitsbesucher*innen"). Die Ergebnisse dieser Analysen liefern den Museen wertvolle Erkenntnisse, die es ihnen ermöglichen, personalisierte Erlebnisse zu schaffen. Durch das Verständnis der verschiedenen Besucher*innentypen können maßgeschneiderte Empfehlungen und Informationen angeboten werden. Besucher*innen, die an detaillierten Erklärungen interessiert sind, können gezielt zusätzliche Informationen erhalten, während andere eher allgemeine Informationen erhalten können. Solche Anpassungen verbessern das Besucher*innenerlebnis erheblich, da sich die Besucher*innen besser betreut fühlen und die Ausstellungen relevanter und ansprechender finden. [136]

Eine besonders innovative Methode zur Überwachung des Besucher*innenverhaltens und zur Optimierung der Qualität von Ausstellungen ist der Einsatz von kostengünstigen Näherungssensoren. Diese Sensoren, die getragen oder fest installiert werden können, ermöglichen eine genaue Aufzeichnung der Verweildauer vor den Kunstwerken und der Bewegungen durch die Ausstellungsräume. Die gewonnenen Daten werden in Visualisierungen dargestellt, die dem Museumspersonal helfen, Verhaltensmuster zu erkennen. Diese Visualisierungen zeigen, welche Kunstwerke besondere Aufmerksamkeit erhalten, welche weniger beachtet werden und wie sich die Besucher*innen durch die Ausstellung bewegen. Solche Erkenntnisse ermöglichen es Museen, zukünftige Ausstellungen gezielt zu verbessern. Das Layout kann angepasst werden, um die Besucher*innenströme besser zu lenken und bestimmte Exponate hervorzuheben. Auch die Platzierung von Informationsmaterial oder Interaktionspunkten kann optimiert werden, um das Engagement der Besucher*innen zu erhöhen. Darüber hinaus können Museen auf der Grundlage dieser Daten fundierte Berichte erstellen, um den Erfolg und die Wirkung ihrer Ausstellungen gegenüber Sponsoren und Partner*innen zu belegen. Ein wesentlicher Vorteil des Einsatzes von Sensoren ist die Kostenersparnis im Vergleich zu herkömmlichen Evaluierungsmethoden wie



zeitaufwändigen Umfragen oder Beobachtungsstudien. Der Einsatz dieser Sensoren ermöglicht eine regelmäßige und umfassende Analyse des Besucherverhaltens ohne großen finanziellen Aufwand. [136]

4.8.3. Sentiment-Analyse

Museen können auch wertvolle Einblicke in die allgemeine Stimmung und Zufriedenheit der Besucher*innen gewinnen, indem sie Kommentare und Meinungen von Besucher*innen in sozialen Medien, Online-Bewertungen oder Umfragen analysieren. Diese Stimmungsanalysen bieten Museen die Möglichkeit, ihre Ausstellungen und Dienstleistungen gezielt zu verbessern und dadurch die Besucher*innenzahlen zu steigern. Der Prozess beginnt mit der Sammlung von Daten aus verschiedenen Quellen wie Online-Bewertungen und sozialen Medien, wobei auch gezielte Online-Umfragen eingesetzt werden können. Die gesammelten Kommentare und Bewertungen werden zunächst bereinigt, um irrelevante oder doppelte Einträge zu entfernen, damit nur das relevante und einzigartige Feedback für die Analyse verwendet wird. Der nächste Schritt ist die Kategorisierung der Stimmungsdaten. Die gesammelten Meinungen werden in emotionale Kategorien unterteilt, typischerweise Zufriedenheit, Neutralität und Unzufriedenheit. Diese Kategorisierung ermöglicht es den Museen, sich ein klares Bild von den emotionalen Reaktionen der Besucher*innen zu machen und spezifische Bereiche für Verbesserungen zu identifizieren. Durch eine detaillierte Analyse der Stimmungsdaten können Museen präzise Bereiche herausfiltern, die verbessert werden müssen. Kommentare, die Unzufriedenheit ausdrücken, können auf spezifische Probleme hinweisen, wie z. B. unklare Interaktivität oder Schwierigkeiten bei der Bedienung der Ausstellungen. Zufriedene Besucher*innen sind eher bereit, das Museum erneut zu besuchen und es weiterzuempfehlen, was letztlich zu einem Anstieg der Besucher*innenzahlen führt. [137], [138]

4.8.4. Virtuelle Assistenten

Virtuelle Assistenten, einschließlich Chatbots, bieten Museen die Möglichkeit, das Besucher*innenerlebnis durch interaktive und personalisierte Unterstützung erheblich zu verbessern. Diese Technologien ermöglichen es den Besucher*innenn, Informationen über die Exponate und das Museum auf eine Weise zu erhalten, die über herkömmliche Beschilderungen und gedruckte Guides hinausgeht. Durch den Einsatz natürlicher Sprachverarbeitung können virtuelle Assistenten Fragen in der Sprache der Besucher*innen beantworten und so eine nahtlose und intuitive Kommunikation ermöglichen. Ein wesentlicher Vorteil virtueller Assistenten ist ihre Fähigkeit, personalisierte Führungen anzubieten. Es können gezielte Informationen und Empfehlungen bereitgestellt werden, die auf die individuellen Interessen der Besucher*innen eingehen und sich an ihren Fragen und Vorlieben orientieren. So können die Besucher*innen ihre Zeit im Museum effektiver nutzen und schnell die für sie relevanten Informationen finden. Darüber hinaus tragen virtuelle Assistenten zur Verbesserung der Zugänglichkeit bei, indem sie Sprachbarrieren überwinden. Die Kommunikation in mehreren Sprachen ist möglich und bietet erhebliche Vorteile für

60



mehrsprachige oder internationale Museumsumgebungen. Dadurch wird sichergestellt, dass eine größere Gruppe von Besucher*innen unabhängig von ihren Sprachkenntnissen Zugang zu den Informationen hat. [139]

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass virtuelle Assistenten das Besucher*innenerlebnis durch die Einführung interaktiver Elemente bereichern. Diese Technologien ermöglichen es den Besucher*innen nicht nur, Informationen zu erhalten, sondern sich auch aktiv mit dem Museum auseinanderzusetzen. Dies kann durch Sprachinteraktionen geschehen, bei denen die Besucher*innen Fragen stellen können und sofort Antworten erhalten. Diese Form der Interaktion fördert ein größeres Engagement und eine tiefere Erkundung der Ausstellungen. Virtuelle Assistenten ermöglichen es Museen auch, wertvolles Feedback von Besucher*innen zu sammeln. Dieses Feedback kann genutzt werden, um das System kontinuierlich zu verbessern und die Interaktion noch effektiver zu gestalten. [139]

4.8.5. Digitale Beschilderung

Unter digitaler Beschilderung versteht man die Verwendung von digitalen Bildschirmen und Displays zur Darstellung von Informationen in verschiedenen Kontexten. In Museen bietet diese Technologie zahlreiche Vorteile, die wesentlich zur Verbesserung des Besucher*innenerlebnisses und der Effizienz der Informationsvermittlung beitragen. Ein wichtiger Aspekt von Digital Signage in Museen ist die flexible Darstellung von Informationen. Auf digitalen Bildschirmen können Ausstellungsinformationen, Öffnungszeiten, Eintrittspreise und andere relevante Details dargestellt werden. Diese Flexibilität ermöglicht es Museen, Informationen schnell und effizient zu aktualisieren, ohne physische Schilder ersetzen zu müssen. Bei Änderungen, wie z. B. Beginn oder Ende von Sonderausstellungen oder geplanten Führungen, können die Inhalte in Echtzeit angepasst werden, so dass die Besucher*innen stets aktuelle Informationen erhalten. Interaktive Wegweiser sind ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich für Digital Signage. Durch die Implementierung von interaktiven Karten und Wegweisern auf Touchscreens können Besucher*innen ihren Standort im Museum bestimmen, Routen zu gewünschten Ausstellungen planen und detaillierte Informationen zu den verschiedenen Bereichen des Museums abrufen. Dies erleichtert die Navigation im Museum und hilft, Orientierungsprobleme zu vermeiden. Digitale Displays ermöglichen es auch, zusätzliche Informationen zu den Exponaten bereitzustellen. Über Texte, Bilder, Videos oder Audioguides können die Besucher*innen zusätzliche Einblicke in die Exponate gewinnen. Diese interaktiven und multimedialen Inhalte fördern ein tieferes Verständnis der Exponate und bereichern das Besucher*innenerlebnis, indem sie über die reine visuelle Betrachtung hinausgehen. Umfragen, Quizzes und Wettbewerbe können in die Displays integriert werden, um das Interesse der Besucher*innen zu wecken und ein interaktives Erlebnis zu bieten. Ein weiterer Vorteil ist, dass digitale Displays die Barrierefreiheit unterstützen. Mehrsprachige Inhalte und Funktionen, wie z. B. Bildschirmlesegeräte für sehbeeinträchtigte Besucher*innen, können integriert werden, um ein



integratives Umfeld zu fördern und die Zugänglichkeit für internationale Zielgruppen zu verbessern. Die Notfallkommunikation ist ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich. In Notfällen oder unerwarteten Situationen können Digital Signage-Systeme eingesetzt werden, um wichtige Informationen oder Anweisungen schnell und effizient an die Besucher*innen weiterzugeben. [140]

4.8.6. Schlussfolgerung

Die folgende Tabelle fasst alle Erkenntnisse aus diesem Kapitel zusammen. (Tabelle 14). Die in diesem Kapitel erwähnten Technologien könnten zur Verbesserung der Nutzer*innenerfahrung in den teilnehmenden Museen eingesetzt werden.

Tabelle 14: Zusammenfassung der Personalisierungsmöglichkeiten in Museen

Werkzeug	Beschreibung	Vorteile	Herausforderungen	Ideen für die teilnehmenden Museen	Quellen
Personalisierungsalgorithmen	Algorithmen, die auf der Grundlage von Besucher*innenpräferenzen personalisierte Empfehlungen geben.	Verbesserte Besucher*innenzufriedenheit	Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes, hohe Implementierungskosten, erfordert umfangreiche Daten über Besucher*innen.	Entwicklung von personalisierten Touren oder interaktiven Geschichten, die auf die individuellen Interessen der Besucher*innen abgestimmt sind.	[133]
Überwachung des Besucherverhaltens	Tools zur Analyse und Verfolgung von Besucher*innenströmen und	Einblicke in beliebte Exponate und Besucher*innenwege, Optimierung	Datenschutz und Ethik, hohe Kosten und Komplexität, technische	Nutzung von Studiendaten zur Verbesserung der	[134][135][136]



	-verhalten im Museum.	des Besucher*innerlebnisses.	Herausforderungen	Ausstellung und des Besucherflusses, Verringerung von Engpässen in beliebten Bereichen.	
Sentiment-Analyse	Analyse des Besucher*innenfeedbacks (z. B. über soziale Medien oder Umfragen), um die Stimmung zu erfassen.	Einblicke in die Meinungen der Besucher*innen, besseres Marketing, gezielte Verbesserungen auf der Grundlage von Rückmeldungen.	Schwierig zu analysieren	Integration von Museumsfeedback aus sozialen Medien und Online-Umfragen für eine bessere Nutzer*innenerfahrung	[137][138]
Virtuelle Assistenten	KI-basierte Assistenten, die Besucher*innen bei Fragen oder Führungen helfen.	24/7-Verfügbarkeit, personalisierte Unterstützung, Entlastung des Personals, interaktive und immersive Erfahrungen.	Hohe Implementierungskosten, Notwendigkeit regelmäßiger Aktualisierungen, Herausforderungen bei der Sprachverarbeitung und Mehrsprachigkeit	Einsatz von Chatbots oder interaktiven KI-Guides, die Besucher*innen durch das Museum führen und Fragen beantworten können.	[139]
Digitale Beschilderung	Digitale Bildschirme zur Darstellung von	Flexibilität bei der Aktualisierung von Inhalten, interaktive und	Kosten für Hardware und Wartung, mögliche	Einsatz von digitaler Beschilderung für interaktive	[140]



	Informationen und zur Wegweisung innerhalb des Museums.	ansprechende Inhalte, einfache Verbreitung von Informationen, Möglichkeit zur Personalisierung.	technische Probleme, Gefahr der Informationsüberlastung.	Ausstellungen, Echtzeit-Informationen, Ankündigungen von Veranstaltungen.	
--	---	---	--	---	--

4.9. Konnektivität/Mobilfunknetze

In Freilichtmuseen, die sich oft über große und abgelegene Gebiete erstrecken, ist eine zuverlässige Konnektivität unerlässlich. Sie ermöglicht nicht nur die Kommunikation zwischen verschiedenen Ausstellungsbereichen, sondern unterstützt auch die Integration von digitalen Technologien wie Augmented Reality (AR) und interaktiven Informationssystemen. Dies schafft ein immersives und interaktives Besucher*innenerlebnis.

4.9.1. Theorie: Allgemeine Erklärungen

Unter Konnektivität versteht man die Fähigkeit von Geräten, Daten über Netzwerke auszutauschen. In Freilichtmuseen ist dies besonders wichtig, da die Kommunikation oft über große Entfernungen erfolgen muss. Mobile Netzwerke wie Wi-Fi und 5G bieten Lösungen, indem sie eine schnelle und stabile Datenübertragung ermöglichen. Diese Netzwerke basieren auf Standards wie Wi-Fi 6 und 5G, die hohe Geschwindigkeiten, geringe Latenzzeiten und die Möglichkeit bieten, viele Geräte gleichzeitig zu verbinden.

4.9.2. Technologien und Optionen

Die Einrichtung von Internetanschlüssen in Freilichtmuseen erfordert spezielle Lösungen, um den Anforderungen moderner digitaler Anwendungen gerecht zu werden. Im Folgenden werden gängige Technologien und verfügbare Optionen vorgestellt.

4.9.2.1. Internet über Satellit

Die Satelliten-Internet-Technologie bietet eine stabile Internetverbindung auch in entlegenen Gebieten, in denen herkömmliche Breitbandverbindungen nicht verfügbar sind. Sie eignet sich besonders für Museen in ländlichen oder schwer zugänglichen Regionen. Anbieter wie HughesNet und Viasat bieten umfassende Informationen über Satelliten-Internetlösungen für abgelegene und ländliche Gebiete. [141][142]



4.9.2.2. Maschennetze

Mesh-Netzwerke bestehen aus mehreren miteinander verbundenen Zugangspunkten, die einen großen Bereich mit Wi-Fi abdecken. Diese Netzwerke eignen sich besonders gut, um in weitläufigen Museumsbereichen mit hohem Aufkommen von Besucher*innen nahtlose Konnektivität zu gewährleisten. Informationen über Mesh-Netzwerke und ihre Anwendung in großen, offenen Bereichen finden Sie bei Netzwerkspezialisten wie Netgear und Ubiquiti. [143], [144]

4.9.2.3. 5G

In städtischen oder gut angebundenen Gebieten kann 5G eine extrem schnelle und zuverlässige mobile Konnektivität bieten. Diese Technologie unterstützt datenintensive Anwendungen wie Cloud-basierte Augmented-Reality-Erlebnisse (AR), die für die interaktive Einbindung von Besucher*innen wichtig sind. Unternehmen wie Qualcomm bieten detaillierte Einblicke in die 5G-Technologie und ihre Anwendungen. [145]

4.9.2.4. Punkt-zu-Punkt-Mikrowellenverbindungen

Die Technologie der Punkt-zu-Punkt-Mikrowellenverbindungen nutzt Mikrowellen zur Datenübertragung zwischen zwei festen Punkten und eignet sich daher zur Verbindung mehrerer Gebäude oder Standorte innerhalb eines Museums. Punkt-zu-Punkt-Mikrowellenverbindungen bieten hohe Datenübertragungsraten und sind weniger anfällig für physische Hindernisse. MikroTik und Cambium Networks bieten umfassende Informationen zu Punkt-zu-Punkt-Lösungen für verschiedene Anwendungen. [146], [147]

4.9.2.5. Lichtwellenleiter

Connectivity bietet die höchste Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit für Internetverbindungen in Freilichtmuseen. Glasfaser kann große Datenmengen mit minimaler Verzögerung übertragen und ist daher ideal für Museen, die eine stabile und schnelle Verbindung für digitale Technologien benötigen. Diese Technologie ist besonders vorteilhaft für die Verbindung mehrerer Gebäude auf dem Museumsgelände und bietet eine langfristige Lösung mit hoher Zukunftssicherheit. Anbieter wie die Österreichische Telekom bieten umfassende Informationen über die Installation und die Vorteile von Glasfaserverbindungen. [148]

4.9.2.6. Hybride Lösungen

Durch die Kombination der oben genannten Technologien kann die Konnektivität optimiert werden. So könnte ein Museum beispielsweise Glasfaserkabel für die Hauptinfrastruktur und Mesh-Netzwerke für die drahtlose Abdeckung des gesamten Geländes verwenden. Zusätzlich könnte Satelliteninternet als Backup dienen, um eine ununterbrochene Konnektivität zu gewährleisten.



4.9.3. Beispiele

Die im Folgenden vorgestellten Produkte wurden speziell für die Einrichtung und Verwaltung von Netzwerken in Freilichtmuseen entwickelt, insbesondere in Bereichen, in denen die mobile Konnektivität, wie z. B. 5G, begrenzt oder nicht verfügbar ist. Die folgende Tabelle enthält die wichtigsten Beispiele für Konnektivität/Mobilfunknetze (Tabelle 15). Diese Produkte bieten robuste Lösungen für den Aufbau eines zuverlässigen und leistungsstarken Netzwerks in Freilichtmuseen über kabelgebundene, Mikrowellen- und drahtlose Verbindungen. Dies ist entscheidend für die Bereitstellung digitaler Inhalte und ein modernes, vernetztes Erlebnis für die Besucher*innen.

Tabelle 15: Die wichtigsten Beispiele für Konnektivität/Mobilfunknetze

Name des Produkts	Preis	Beschreibung
MikroTik CubeSA 60 Pro ac	€178.55	Eine leistungsstarke Sektorantenne für den Anschluss mehrerer 60-GHz-Geräte. Sie bietet Hochgeschwindigkeits- und stabile Verbindungen ähnlich wie Glasfaserkabel mit einer Reichweite von etwa 600 Metern im Punkt-zu-Mehrpunkt-Modus. Das Gerät verfügt über ein automatisches 5-GHz-Fallback für Zuverlässigkeit bei schlechten Wetterbedingungen.
MikroTik Cube 60 Pro ac	€133.58	Entwickelt für ultraschnelle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen über Entfernungen von bis zu 1 km, die mit zusätzlicher Kanalunterstützung auf bis zu 2,4 km erweitert werden können. Es arbeitet im 60-GHz-Frequenzband mit automatischem 5-GHz-Fallback, was eine stabile Leistung auch in Umgebungen mit überfülltem Spektrum gewährleistet.
MikroTik CRS112-8P-4S-IN	€191.40	Ein leistungsstarker PoE-Switch mit acht Gigabit-Ethernet-Ports und vier SFP-Ports, geeignet für kleine bis mittelgroße Netzwerke. Er unterstützt passives PoE und ist für eine einfache Installation und Verwaltung konzipiert.
UniFi AC Mesh (Packung mit 5 Stück)	€422.64	Ein Paket mit fünf UniFi AC Mesh Access Points, ideal für den Aufbau großer, skalierbarer drahtloser Netzwerke im Freien. Diese Geräte unterstützen Hochgeschwindigkeits-Dual-Band-Konnektivität und sind so konzipiert, dass sie einfach bereitgestellt und verwaltet werden können.
Zugangspunkt UniFi 6 Große Reichweite	€204.05	Ein hochleistungsfähiger Wi-Fi 6 Access Point für große Reichweiten. Er bietet verbesserten Durchsatz, Kapazität und



		Zuverlässigkeit und eignet sich daher sowohl für Innen- als auch Außenanwendungen.
--	--	--

4.9.4. Schlussfolgerung

Die Installation von fortschrittlichen Netzwerktechnologien in Freilichtmuseen ist unerlässlich, um den Anforderungen der modernen digitalen Welt gerecht zu werden. Lösungen wie die von MikroTik und UniFi vorgestellten Geräte ermöglichen es, stabile und schnelle Verbindungen auch in abgelegenen und weitläufigen Gebieten zu gewährleisten. Dies verbessert nicht nur die internen Abläufe, sondern steigert auch das Besucher*innenerlebnis durch den Einsatz von Technologien wie AR. Zukünftige Entwicklungen in der Netzwerk- und Konnektivitätstechnologie werden diese Möglichkeiten weiter ausbauen und neue Wege für Freilichtmuseen eröffnen, um ihre Ausstellungen und Informationen zugänglicher und interaktiver zu gestalten.

4.10. Erweitertes Drucken und Scannen

In der heutigen schnelllebigen Welt erfordert die rasante Entwicklung der Technologie, dass Unternehmen auf dem Laufenden bleiben und sich an die ständigen technologischen Fortschritte anpassen, um einen Wettbewerbsvorteil zu behalten. In diesem kurzen Kapitel werden zwei Technologien kurz vorgestellt: 3D-Druck und 3D-Scannen sowie ihre Rolle und Bedeutung für die Erhaltung des kulturellen Erbes. [149][150]

4.10.1. 3D-Druck (4D)

Der 3D-Druck ist ein sich rasch entwickelnder Bereich, der inzwischen in vielen Sektoren zur Standardtechnologie geworden ist. Die Idee ist, dreidimensionale Objekte aus einem digitalen Entwurf durch Schichtung von Materialien zu erstellen. Dies ermöglicht eine bessere Präzision und individuelle Anpassung. Ursprünglich wurde er vor allem für die Herstellung von Prototypen verwendet, doch inzwischen wird er auch in Branchen wie der Luft- und Raumfahrt, dem Gesundheitswesen, der Automobilindustrie und dem Tourismus eingesetzt. [149][150]

Die Materialien können Kunststoffe, Metalle, Keramiken, Harze und sogar biologisches Gewebe sein. Für den Druck eines Objekts ist ein digitales Modell bzw. ein digitaler Entwurf erforderlich, das bzw. der mit Hilfe von CAD-Software erstellt, von Online-Plattformen heruntergeladen oder sogar durch Scannen des Objekts erstellt werden kann. Sobald das digitale Modell erstellt ist, zerlegt die Software es in dünne Schichten und generiert Anweisungen für den Druckkopf. Der Drucker baut dann das Objekt Schicht für Schicht auf der Grundlage der Anweisungen auf. [149][150]



Abbildung 11: 3D-Druck

Quelle: <https://medium.com/@printperfecto3d/exploring-the-future-of-3d-printing-trends-and-speculations-d5d17c06c7d2>

Tabelle 16: Die gängigsten 3D-Technologien

Die gängigsten 3D-Technologien	
Fused Deposition Modeling (FDM)	Dies ist eines der heute am weitesten verbreiteten 3D-Druckverfahren, bei dem geschmolzener Kunststoff in dünnen Schichten auf die Druckoberfläche aufgebracht wird. [151]
Fused Filament Fabrication (FFF)	Die Technologie ist ähnlich wie FDM, eignet sich aber nicht für den Druck von Hochleistungskunststoffen. [151]
Selektives Laser-Sintern (SLS)	Selektives Lasersintern (SLS) ist eine seit langem bekannte und häufig eingesetzte Technologie, die dafür sorgt, dass die Produktideen so schnell wie möglich auf den Markt kommen. Das SLS-Verfahren ist ein schichtweises Rapid-Prototyping-Verfahren. Bei dieser Technologie werden automatisch verteilte pulverförmige Materialpartikel schichtweise mit einem Laser verschmolzen. [152]
Stereolithographie (SLA)	Beim SLA-Verfahren werden räumliche Modelle aus lichterhärtendem Harzmaterial hergestellt, anstatt aus laser- oder extrudergeschmolzenem Kunststoff. [153]
Direktes Metall-Laser-Sintern (DMLS)	DMLS ist eine der fortschrittlichsten Technologien. Beim 3D-Druck wird ein Hochleistungslaser



	verwendet, um Metalle und Legierungen im Mikrobereich zu verschmelzen. [154]
PolyJet	Die 3D-PolyJet-Technologie ist eine der genauesten 3D-Drucktechnologien der Welt. Ihr Funktionsprinzip ist der SLA-Technologie sehr ähnlich, da sie auf der Aushärtung von flüssigem Harz basiert. [154]

Aufbauend auf den oben genannten Technologien gibt es natürlich auch Trends in dieser Branche, die im Folgenden nicht detailliert beschrieben werden.

4.10.1.1. Multi-Material- und Multi-Color-Druck

Verschiedene Materialien haben unterschiedliche Eigenschaften, z. B. sind sie leitfähig, hart, weich, transparent oder chemisch beständig. Es gibt Fälle, in denen verschiedene Materialien für ein und dasselbe Objekt verwendet und kombiniert werden müssen. Deshalb wurden Lösungen entwickelt, die all diese Eigenschaften beim 3D-Druck ermöglichen. Ein effizienter Multimaterial-3D-Druck hängt von der verwendeten Technologie und Hardware ab. Derzeit ist die FDM (Fused Deposition Modelling)-Technologie die gebräuchlichste für den Multimaterial-3D-Druck, aber es ist auch mit der SLA (Stereolithographie) möglich, die einen Laser verwendet, um flüssiges Harz in ein hartes Material zu verwandeln. Letzteres ist jedoch aufgrund der Kosten für die Kunstharzmaterialien auch viel teurer. [155][156]

4.10.1.2. Nanotechnologie

3D-Druck und Nanotechnologie werden häufig kombiniert, um neuartige Strukturen und Anwendungen zu schaffen. Nanomaterialien werden verwendet, um die Eigenschaften gedruckter Materialien zu verbessern, z. B. die elektrische Leitfähigkeit und die Sensoreigenschaften, während 3D-Drucktechnologien zur Herstellung von Strukturen im Nanomaßstab verwendet werden, die mit anderen Methoden nicht erreicht werden können. Dieser kombinierte Ansatz bietet ein breites Spektrum an Möglichkeiten für verschiedene Anwendungen. Am vielversprechendsten sind die Entwicklungen im Bereich der Biomedizin und der Elektronik. [157]

4.10.1.3. 4D-Druck

Das Konzept des 4D-Drucks besteht darin, komplexe dreidimensionale Strukturen zu schaffen, die als Reaktion auf verschiedene Umweltreize unterschiedliche Formen annehmen können. Der 4D-Druck ist eine Form des 3D-Drucks, die der Fertigungstechnologie eine vierte Dimension hinzufügt, nämlich die Zeit. Das gedruckte Objekt wird in der Lage sein, sich aufgrund seiner inneren Eigenschaften als Reaktion auf Umweltreize zu verwandeln, zu verändern oder autonom zu bewegen. Mit anderen Worten: Der 4D-Druck zielt darauf ab, das

Material selbst zu programmieren, das nach dem Druck auf die Umgebungsparameter reagieren wird. [158][159]

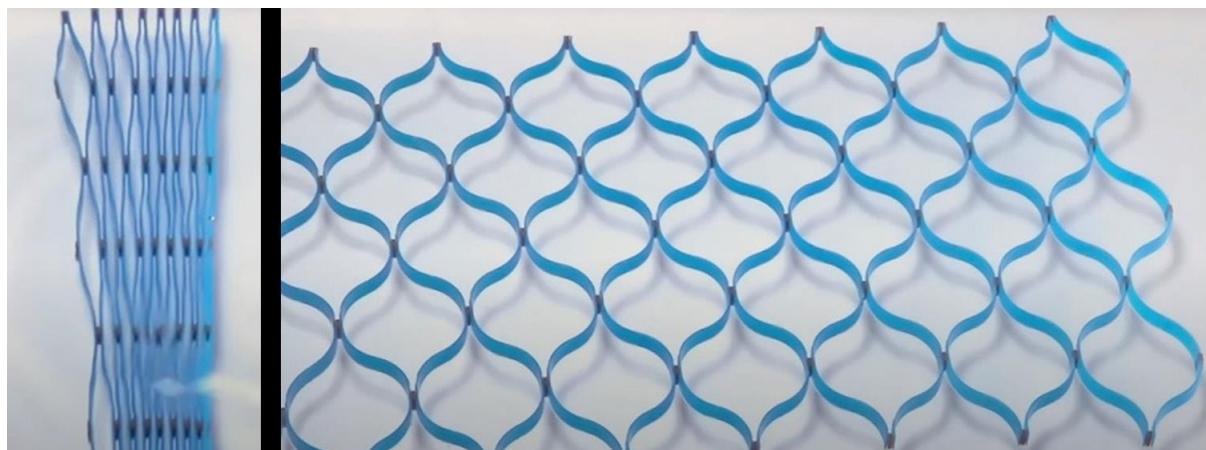


Abbildung 12: 4D-gedruckte Blumenform und ihre Größenvariation

Quelle:

https://www.researchgate.net/publication/379274218_A_4D_nyomtatás_es_az_ókosanyagok_alkalmazásának_lehetőségei

Marktberichten zufolge wird der 4D-Drucksektor bis 2025 rund 313,1 Millionen USD wert sein.

4.10.2. 3D-Scannen

3D-Scannen ist der Prozess der Erfassung und Digitalisierung von Objekten. Industrielle Scanner werden eingesetzt, um vollständige oder teilweise Scans von Objekten zu erfassen und die Daten zu rekonstruieren, um digitale Modelle zu erstellen. Es gibt zwei Haupttypen von 3D-Scannern: berührende und berührungslose Scanner. Beim berührenden 3D-Scannen wird die geometrische Form von Objekten durch physischen Kontakt erfasst. Berührungsloses 3D-Scannen kann mit aktiven oder passiven Scanverfahren erfolgen. Passive berührungslose Scanner sammeln die von der Oberfläche reflektierte Umgebungsstrahlung, während aktive berührungslose Scanner die von der Oberfläche reflektierte Strahlung aussenden und sammeln. [150]

Tabelle17: 3D-Scan-Technologien

3D-Scannertechnologien	
Photogrammetrie	Bei der Photogrammetrie werden viele Bilder eines Objekts aufgenommen und dann mit einer speziellen Software analysiert, um die Punkte zu finden, die das



	Objekt charakterisieren, und um festzustellen, wo sich diese Punkte in jedem Bild befinden. Die Analyse erzeugt eine Punktwolke, die später in ein Netz des gescannten Objekts umgewandelt werden kann. [160]
3D-Scannen mit strukturiertem Licht	Bei diesem Verfahren werden strukturierte Lichtmuster auf das Objekt projiziert, z. B. parallele Gitter oder allgemeine geometrische Muster. Durch die Analyse der Verformungen in diesen Mustern anhand eines oder mehrerer Fotos kann das Objekt, das sie verursacht hat, rekonstruiert werden, was zu einem 3D-Modell führt, das das Originalobjekt wiedergibt. [160]
3D-Laserscannen	Dabei handelt es sich um ein berührungsloses, räumliches Datenerfassungsverfahren, bei dem eine Punktwolke erzeugt wird, die ein maßstabsgetreues, detailliertes digitales Abbild der Umgebung des 3D-Laserscanners ist. Eine in den Scanner integrierte Kamera nimmt auch Fotos auf, die zur Einfärbung der Punktwolke verwendet werden können. [161]
<i>Computertomographie (CT)</i>	Die CT ist ein fortschrittliches bildgebendes Verfahren, das ein mehrdimensionales Bild des Körpers erzeugt. Dabei werden Röntgenstrahlen verwendet, die um den Körper des Patienten gedreht werden. [162]

4.10.3. Die Bedeutung des 3D-Drucks und des 3D-Scannens für die Erhaltung des kulturellen Erbes

Beide Technologien sind für die Erhaltung des kulturellen Erbes sehr wichtig. Viele Museen und historische Stätten nutzen 3D-Scans, um digitale Kopien wertvoller Artefakte und historischer Gebäude zu erstellen. Viele Museen nutzen diese Technologien, die durch künstliche Intelligenz (KI), erweiterte Realität (AR) und virtuelle Realität (VR) ergänzt werden. 3D-Scans können auch zur Erstellung virtueller Touren und interaktiver Ausstellungen verwendet werden.

Beispiele für die praktische Anwendung dieser Technologien sind folgende.

- Das Martin Harris Centre for Music and Drama der Universität Manchester nutzte die Matterport-Technologie, um ein virtuelles Modell des Gebäudes zu erstellen [163]



- Photogrammetrische Aufnahmen aus dem Grab des Neferbauptah auf dem Giza-Plateau [164]
- 3D-Scans wurden auch zur Dokumentation des Grabes von Nefertari in Ägypten eingesetzt [165]
- Die Smithsonian Institution erstellt 3D-gedruckte Repliken empfindlicher Fossilien und Artefakte und stellt sie für Bildungszwecke und interaktive Demonstrationen zur Verfügung.
- In Athen, Griechenland, wurde mit Hilfe von 3D-Scans ein detailliertes digitales Modell des Parthenon-Tempels erstellt, das eine Analyse der Gebäudestruktur und die Identifizierung bisher ungesehener Details ermöglicht. [165]
- Das Britische Museum hat mit Hilfe von 3D-Scans die Elgin-Murmeln oder die Parthenon-Murmeln digitalisiert, um die nachgebildete Version an Griechenland zurückzugeben. [166]
- 3D-Scans wurden auch zur Dokumentation der Bamiyan-Buddhas in Afghanistan eingesetzt. [165]
- Mit Hilfe von 3D-Scans wurde auch ein vollständiges digitales Modell der Chinesischen Mauer erstellt.
- Ein detailliertes digitales Modell des Deckenfreskos in der Sixtinischen Kapelle wurde ebenfalls mit Hilfe von 3D-Scans erstellt, was es ermöglichte, die Herstellungstechnik des Gemäldes zu analysieren und bisher ungesehene Details zu identifizieren.

4.11. Fortschrittliche IT-basierte Lösungen im Museum

In diesem Kapitel einige Beispiele aus dem aktuellen Stand der Forschung zu virtuellen Umgebungen vorgestellt, die für ein Museum in Frage kommen.

4.11.1. HoloTile

HoloTile Floor wurde von Lanny Smoot, einem Mitarbeiter von Walt Disney Imagineering, erfunden. Mit dieser Technologie können Sie in jede beliebige Richtung gehen, bleiben aber innerhalb der Bodenfläche, da sie sich automatisch an Ihre Bewegung anpasst. Durch die Kombination mit der VR-Technologie können Sie sich in virtuellen Umgebungen bewegen, ohne den Boden zu verlassen. Es ist sogar möglich, dass sich mehrere Personen gleichzeitig auf dem Boden bewegen, ohne aneinander zu stoßen. Erinnern Sie sich an das Holodeck in der legendären Fernsehserie Star Trek? Das ist im Grunde die gleiche Idee. Mit dieser Technologie können die Besucher*innen in ihrer virtuellen Welt mit einigen Ergänzungen (Gegenstände, Personen usw. aus der jeweiligen historischen Epoche) Attraktionen begehen. [167][168]

4.11.2. Metaverse

Was bedeutet "Metaverse"? Der nächstliegende Begriff wäre "Cyberspace". Es umfasst den Zugriff auf die virtuelle Welt über AR, VR und mehr, z. B. PC, Spielkonsole und Smartphone,



um eine Benutzer*inneninteraktion zwischen der virtuellen und der physischen Welt herzustellen. Beispiele sind die Apple Vision Pro- und Meta Quest-Headsets, die virtuelle Fabrik von BMW auf der Grundlage der Omniverse-Plattform von NVIDIA und die Metaverse-Partnerschaft der Lego-Gruppe mit Epic Games. [169][170]

Der Begriff "Metaversum" ist erst seit kurzem gebräuchlich, aber seine Geschichte ist lang. Jüngste technologische Fortschritte wie AR und VR haben ihn hervorgebracht. Das Metaversum wurde durch den Social-Media-Giganten Facebook, jetzt Meta genannt, ins Leben gerufen und von einem Unternehmen nach dem anderen erweitert, das seine Version eines Metaversums vermarktet. Gegenwärtig ist das Metaversum noch weitgehend ungebaut, und es gibt konkurrierende Visionen darüber, wie das Metaversum aussehen wird und welche Technologien es antreiben werden. [125]

Metaverse-Museen entstehen als einzigartige digitale Räume, in denen Kunst, Geschichte und Kultur auf innovative und immersive Weise präsentiert werden. Es handelt sich um ein bedeutendes Konzept, denn Metaverse-Museen sind weltweit zugänglich, bringen das Eintauchen in eine neue Ebene, können leicht aktualisiert und erweitert werden, arbeiten gemeinsam an Kunstprojekten und werden digital für die Zukunft bewahrt. Beispiele für Metaverse-Museen: Louvre Museum in VR, British Museum in AR. [171]

4.11.3. HoloBox

Ein Hologramm ist ein künstlich projiziertes dreidimensionales Bild, das aus Lichtwellen besteht und kann die Zukunft der Kommunikation sein. In einem Museum könnten voraufgezeichnete oder in Echtzeit aufgezeichnete Botschaften als virtuelle Assistenten, Guides oder Informationsplattform für die Besucher*innen eingesetzt werden. Die Technologie kann auch genutzt werden, um historische Figuren, Artefakte und verwandte Elemente virtuell zu präsentieren.

Das Unternehmen Holoconnects North America hat eine Box entwickelt, die ein 3D-Hologramm über das Netzwerk projizieren kann, das von einer 4K-Kamera aufgenommen wird. Die Aufzeichnung kann voraufgezeichnet oder in Echtzeit erfolgen. Derzeit gibt es zwei Versionen dieser Technologie. Es gibt die kleine Version namens Hologram Mini und die größere Version namens Holobox. Die Kamera benötigt einen festen Hintergrund (z. B. weiße Farbe, siehe links). Die Aufnahme wird dann in das Innere der Box projiziert (Holobox Mini in der Mitte, Holobox auf der rechten Seite). Beide Boxen haben Lautsprecher, die den Ton der Kameraaufnahme wiedergeben. [172]



Die folgende Tabelle enthält die technischen Daten der Holobox (Tabelle 18) und der Holobox Mini (Tabelle 19).

Tabelle 18: Technische Daten der Holobox [173]

Breite	55" (140cm)
Höhe	81" (206cm)
Anzeigebereich	86": 1895 x 1066 mm
Gewicht	551 lbs (250kg)
Stromverbrauch	800Wh - < 0,5 Wh (Standby)
Redner	Nach vorne gerichtete 2x 80W HiFi-Lautsprecher

Tabelle 19: Technische Daten der Holobox Mini [174]

Abmessungen	616 x 330 x 235 mm
Bildschirmgröße	21,5 Zoll
Gewicht	31 lbs (14kg)
Auflösung	1920 x 1080 / 16:09 / IPS
Eingaben	HDMI / USB / Display-Anschluss / 3,5-mm-Buchse

4.11.4. Projektionskartierung

Projection Mapping ist eine Projektionstechnik, bei der gewöhnliche Videoprojektoren verwendet werden, um interaktive Anzeigen von Objekten beliebiger 3D-Formen zu erstellen. In diesem Fall wird das Licht nicht auf einen flachen Bildschirm projiziert, sondern auf eine beliebige Oberfläche abgebildet. Sie kann für Veranstaltungen im Innen- und Außenbereich (z. B. Konzerte, Theater, Museen), für allgemeine Computeranwendungen, Smart Home IoT (z. B. Kochen) und Spiele verwendet werden. [175][176] Diese Technologie birgt ein erhebliches Potenzial für Freilichtmuseen, da sie die Gestaltung von immersiven Ausstellungen ermöglicht, insbesondere bei Nacht.

4.12. Andere potenziell vernetzte IT-Technologien

Auf dem sich ständig weiterentwickelnden Gebiet der "digitalen Museumstechnologie" sind verschiedene IT-Lösungen entstanden, die die Verwaltung, die Sicherheit und das Besucher*innenerlebnis in Museen erheblich verbessern können. In diesem Abschnitt werden moderne fortschrittliche Technologien wie Drohnen, Robotik, das Internet der Dinge (IoT) und Smart-Home-Technologien untersucht. Diese Innovationen werden zunehmend in den



Museumsbetrieb integriert und tragen zu einem effizienteren Management, einer besseren Einbindung der Besucher*innen und einer verbesserten Umweltüberwachung bei.

4.12.1. Erläuterung der Technologie

Drohnen, auch bekannt als unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs), sind zu einem vielseitigen Werkzeug in verschiedenen Branchen geworden, darunter auch in der Archäologie und im sozialen Luftmanagement. In Kombination mit dem Internet der Dinge (IoT) können Drohnen Daten in Echtzeit sammeln und übertragen und so wertvolle Erkenntnisse für die Umweltüberwachung, die Sicherheit und das Besucher*innenmanagement liefern. Mit Kameras und Sensoren ausgestattete Drohnen können Luftbilder aufnehmen, Umweltbedingungen überwachen und sogar bei der Kontrolle von Menschenmengen bei Großveranstaltungen helfen, indem sie Echtzeit-Videostreams und Luftüberwachung liefern. [177][178]

Roboter in Museen können verschiedene Rollen übernehmen, von interaktiven Guides bis hin zu autonomen Wartungssystemen. Mit KI ausgestattete Roboter können mit Besucher*innen interagieren, personalisierte Führungen anbieten und Fragen beantworten und so das Bildungserlebnis bereichern. Darüber hinaus können Wartungsroboter autonom reinigen, Abfall entsorgen und Routinereparaturen durchführen und so einen reibungslosen Museumsbetrieb gewährleisten, ohne dass eine ständige menschliche Aufsicht erforderlich ist. [178]

Das Internet der Dinge (IoT) verändert die Art und Weise, wie Museen ihre Einrichtungen verwalten und mit den Besucher*innen interagieren. IoT-fähige Geräte können "intelligente Exponate" schaffen, die auf die Interaktionen der Besucher*innen reagieren und so ein noch intensiveres Erlebnis bieten. Darüber hinaus helfen IoT-Systeme bei der Verwaltung von Vermögenswerten, indem sie Museumssammlungen verfolgen und überwachen und so für Sicherheit und ordnungsgemäße Wartung sorgen. IoT-Technologien können auch die Museumsumgebung optimieren, indem sie Beleuchtung, Temperatur und Luftfeuchtigkeit steuern, um die Exponate zu erhalten und den Komfort der Besucher*innen zu erhöhen. [177]

Smart-Home-Technologien, wie z. B. intelligente Beleuchtungs- und Klimaregelungssysteme, werden nun für den Einsatz in Museen angepasst. Diese Systeme können die Beleuchtungs- und Klimabedingungen auf der Grundlage von Echtzeitdaten automatisch anpassen, um die Umgebung sowohl für die Ausstellungsstücke als auch für die Besucher*innen zu optimieren. Darüber hinaus können intelligente Sensoren Daten über das Besucher*innenverhalten sammeln, z. B. über die Besucher*innenfrequenz und die Verweildauer an den einzelnen Exponaten, die analysiert werden können, um die Platzierung der Exponate und das Besucher*innenerlebnis insgesamt zu verbessern.



4.12.2. Beispiele

4.12.2.1. Überwachung und Sicherheit

Drohnen können große Museumsbereiche im Freien überwachen und Echtzeit-Videostreams liefern, um die Sicherheit zu erhöhen und den Besucher*innenstrom bei Veranstaltungen zu steuern. Diese Fähigkeit ist besonders in Freilichtmuseen nützlich, wo herkömmliche Sicherheitsmaßnahmen unzureichend sein können. [177]

4.12.2.2. Luftbildfotografie und Videografie

Mit hochauflösenden Kameras ausgestattete Drohnen fangen einzigartige Perspektiven aus der Luft ein, die zu Werbematerialien beitragen und die visuelle Dokumentation von Museumsausstellungen und -veranstaltungen verbessern. [178]

4.12.2.3. Umweltüberwachung

Drohnen mit Umweltsensoren können die Luftqualität, die Wetterbedingungen und den Zustand der Vegetation überwachen und so den Museen helfen, ihre Außenbereiche zu erhalten. [178]

4.12.2.4. Interaktive Leitfäden (Robotik)

Roboter können als interaktive Guides fungieren, indem sie Informationen zu den Exponaten liefern, Fragen beantworten und sogar persönliche Führungen anbieten, die das Bildungsenerlebnis bereichern. [178]

4.12.2.5. Wartung und Reinigung (Robotik)

Autonome Roboter können routinemäßige Wartungsaufgaben wie die Reinigung von Wegen und die Entsorgung von Abfällen übernehmen und so sicherstellen, dass die Museumsumgebung sauber und gepflegt bleibt, ohne dass eine menschliche Aufsicht erforderlich ist. [179]

4.12.2.6. Intelligente Exponate (IoT)

IoT-fähige Exponate können mit den Besucher*innen interagieren und durch die Reaktion auf deren Anwesenheit und Handlungen immersive und interaktive Erfahrungen schaffen. [177]

4.12.2.7. Vermögensverwaltung (IoT)

IoT-Systeme helfen Museen dabei, ihre Sammlungen und Geräte zu verfolgen und zu verwalten, um sicherzustellen, dass sie sicher, ordnungsgemäß gewartet und leicht auffindbar sind. [179]

4.12.2.8. Intelligente Beleuchtung und Klimatisierung



Mit Hilfe von Smart-Home-Technologien können Museen die Beleuchtung und die Klimaeinstellungen automatisch an die Anwesenheit der Besucher*innen und die Umgebungsbedingungen anpassen, um sowohl die Erhaltung der Exponate als auch den Komfort der Besucher*innen zu optimieren. [178]

4.12.3. Schlussfolgerung

Die Integration fortschrittlicher IT-Technologien wie Drohnen, Robotik, IoT und Smart-Home-Systeme in Museen hat das Potenzial, den Betrieb dieser Einrichtungen zu revolutionieren. Diese Technologien verbessern nicht nur die Sicherheit und Instandhaltung, sondern auch das Engagement der Besucher*innen und das Umweltmanagement erheblich. In dem Maße, wie sich diese Technologien weiterentwickeln, wird ihre Rolle in Museen wahrscheinlich wachsen und neue Möglichkeiten für Innovationen in der Verwaltung des kulturellen Erbes bieten.

4.13. Verfügbare Tour Guide Systeme

In der Vergangenheit wurden menschliche Guides eingesetzt, um die Besucher*innen durch das Museum zu führen, sie zu unterhalten und über interessante Themen zu informieren. Studien zeigen, dass vor allem jüngere Menschen diese traditionelle Form eines menschlichen Tour-Guides mit Erzählungen als zu persönlich und zu schulisch empfinden. Die aktuelle Literatur zeigt, dass jüngere Besucher*innen eher technologische Lösungen wünschen, um durch das Museum geführt zu werden. Ein weiterer Nachteil eines menschlichen Tour-Guides ist die Tatsache, dass die Besucher*innen möglicherweise in einem anderen Tempo durch das Museum gehen möchten oder andere Inhalte interessanter finden. [180]

In den letzten Jahren hat sich daher in den Museen einiges getan. Die Bestrebungen, die Digitalisierung in die Portfolios zu integrieren, werden immer deutlicher. Abbildung 13 gibt einen Überblick über verschiedene digitale Tour-Guide Systeme in Museen.



Abbildung 13: Verschiedene digitale Tour-Guide Systeme

Anstelle von menschlichen Tour-Guides können z. B. Tour-Guide Roboter eingesetzt werden. Tour-Guide Roboter versuchen nicht nur, einen guten Überblick über das Museum zu geben, sondern allein die Anwesenheit des Roboters ist eine Bereicherung für die Besucher*innen.



Ein guter Tour-Guide Roboter hat die Fähigkeit, sich selbst gut zu lokalisieren und seinen Weg durch das Museum zu finden. [181]

QR-Codes sind auch eine Möglichkeit, die Angebote von Museen zu digitalisieren. Durch das Scannen eines QR-Codes mit dem Smartphone erhalten Besucher*innen Zugang zu weiteren Informationen über das Museum oder bestimmte Attraktionen im Internet. [181]

AI QR Codes sind eine Weiterentwicklung von Museen. Diese Codes werden genauso gescannt wie die normalen QR-Codes. Basierend auf künstlicher Intelligenz können die Besucher*innen jedoch Augmented-Reality-Inhalte über das Smartphone sehen. [182]

RFID-Lesegeräte sind auch eine Möglichkeit für Museen, digitale Medien einzusetzen. Allerdings sind RFID-Lesegeräte relativ teuer. [181]

Multimediaguides sind auch eine Alternative zu Audioguides. Das System läuft auf den persönlichen Geräten der Nutzer*innen, wobei nur die Software vom Museum entwickelt werden muss. Dieser Ansatz verbessert die Skalierbarkeit, da jeder Besucher / jede Besucherin die Software unabhängig auf seinem eigenen Gerät ausführen kann, was ihm die Flexibilität gibt, die Inhalte entsprechend seinen Vorlieben und der Dauer seines Interesses zu erkunden. Auch die Kosten sind relativ gering, da es viele cloudbasierte e-Cloud-Lösungen gibt, die genutzt werden können. Ein wachsender Trend besteht darin, E-Guides mit Spielen zu versehen, um den Unterhaltungswert zu erhöhen und das Gesamterlebnis für den Benutzer / die Benutzerin zu verbessern. [183]

Audioguide-Systeme werden von den Museumsbesucher*innen ebenfalls häufig genutzt und akzeptiert. Es gibt viele Anbieter von Audioguides/ Audiosystemen, einige von ihnen sind unten in der Tabelle 20.

Tabelle 20: Anbieter von Reiseleiter-/Audiosystemen

Anbieter	Angebot	Quelle
Retekess	Verschiedene Audio- und Reiseleitersysteme für Museen	https://Retekess.com
Mexpo		https://tourguidesystem.eu/tour-guide
Orpheo		https://orpheogroup.com/de/
Comhead		https://www.comhead.de/
Yarmee		https://www.yarmee.com/
Tourtalk		Zwei-Wege-Führungssystem für das Museum - Nachrichten (tourtalksystem.com)
Tonwelt		https://www.tonwelt.com/en/technology/tourguide

Ein Begriff, der im Zusammenhang mit diesen neuen Technologien häufig verwendet wird, ist "intelligenter Tourismus" mithilfe von IT". [184] Infolge dieser neuen Technologien in Museen



ist es nun möglich, Elemente des Geschichtenerzählens, der Gamification und didaktische Elemente in den Museumsbesuch zu integrieren. [184]

Wie bereits erwähnt, gibt es viele verschiedene Formen von digitalen Tour-Guides. Aus theoretischer Sicht können diese digitalen Tour-Guide Systeme je nach den Bedürfnissen der Besucher*innen auf viele Arten gestaltet werden.

Abbildung 14 zeigt, wie sich digitale Reiseführersysteme kategorisieren lassen und welche Möglichkeiten es gibt. Erstens kann unterschieden werden, ob es sich um einen Innen- oder Außenbereich handelt und ob es eher der Information, der Navigation, der Unterhaltung oder dem Handel dient. Sie kann auch für soziale Zwecke genutzt werden. Diese Information über die Art des Inhalts ist besonders wichtig, da das Museum sein Zielpublikum gut genug kennen muss, um interessante Inhalte für sie zu gestalten.

Der Systementwurf umfasst die Systemarchitektur, die Kommunikationsarten und die Aktionsmuster. Die Architektur kann in ein eigenständiges, zentralisiertes oder verteiltes System unterteilt werden.

Die Kommunikationsarten reichen von nicht-kommunikativen Systemen bis zu mobilen Kommunikationsarten mit Infrastruktur. Zu den Aktionsmustern gehören nutzerinitiierte, periodische, kontextbezogene und ereignisbasierte Aktionen. Die Kategorie Kontextbewusstsein analysiert die Art des Kontexts (lokal oder extern, touristisch oder nicht-touristisch) und die Methoden der Kontextsammlung. Dies können mobile Sensoren, Webdienste, statische Infrastrukturen, Benutzer*innenschnittstellen oder Inferenzkomponenten sein. [185]

ALLGEMEIN		SYSTEMENTWURF			KONTEXT-BEWUSSTSEIN	
Umwelt	Art der Dienstleistung	Architektur	Kommunikationstyp	Aktionsmuster	Kontext Typ	Methode zur Erfassung des Kontexts
Innen-bereich	Sondierung	Eigenständig	Nicht-Kommunikation	Benutzerinitiiert	Lokaler Entitätskontext	Mobiler Sensor
Geschlossen Outdoor	Tour-Guides	Zentralisiert	Mobil zur Infrastruktur	Periodisch und Hintergrund	Externer Entitätskontext	Webdienst
Offen im Freien	Navigation	Verteilt		Ereignisbasiert	Bezogen auf den Tourismus	Statische Infrastruktur Benutzerschnittstelle
	Soziales				Ohne Bezug zum Tourismus	Inferenz-Komponente
	Unterhaltung					
	Kommerziell					

Abbildung 14: Reiseleitersysteme kategorisiert

Quelle: Adaptiertes Diagramm auf der Grundlage von [185]

Diese Kategorien zeigen, dass es ein breites Spektrum an möglichen Tour-Guide Systemen gibt, und dass sorgfältig abgewogen werden muss, welches davon den Bedürfnissen und Wünschen der Zielgruppen am besten entspricht.

Für bestimmte Zielgruppen, die einen persönlichen Kontakt suchen, sind Tour-Guide Systeme jedoch nach wie vor unverzichtbar, da ihre Anwesenheit die Zufriedenheit der Besucher*innen erheblich steigern kann. In einem touristischen Kontext können Tour-Guides einen großen Einfluss darauf haben, wie bestimmte touristische Angebote wahrgenommen und bewertet werden. Ein qualitativ hochwertiger Reiseleiter hat Einfluss auf die Zufriedenheit und die Kund*innentreue. Auch der Standort wird besser bewertet, wenn man einen guten Reiseleiter hat, wie eine Studie gezeigt hat. [186]

Für die Bewertung eines Tour-Guides gibt es vorgefertigte Skalen, die auch in diesem Projekt verwendet werden könnten. Die drei Skalen "Tour Guide Performance", "Tourist Satisfaction" und "Behavioral Intention" (siehe Anhang) wären ein geeignetes Instrument, um die Qualität des Tour-Guide Systems in den teilnehmenden Museen durch Online-Befragungen zu bewerten, die direkt über QR-Codes im Museum abgerufen werden können. Auf diese Weise könnte die Qualität der menschlichen Tour-Guides verbessert werden. [186]



Skalen, die in diesem Projekt für die Bewertung der Tour-Guide Systeme verwendet werden könnten, findet man unter folgender Quelle [186]. Es gibt Skalen zur Bewertung der Leistung der Reiseleiter:in, der Tourist:innenzufriedenheit und der weiteren Verhaltensabsicht.

4.14. Häufig verwendete intelligente Module

Die Geschichte der intelligenten Geräte ist eng mit der Entwicklung des Internets, der Mobiltechnologie und der drahtlosen Netze verbunden. Die ersten Versuche, Maschinen zu entwickeln, die miteinander kommunizieren, begannen in den 1980er Jahren, aber der wirkliche Durchbruch kam in den späten 1990er und frühen 2000er Jahren mit der Verbreitung des Internets. Intelligente Geräte werden in verschiedenen Bereichen eingesetzt, unter anderem in den folgenden. [187]

- **Intelligente Häuser:** Dazu gehören Geräte, die Beleuchtung, Heizung, Kühlung und Sicherheit überwachen, wie intelligente Thermostate, intelligente Schlösser, Kamerasysteme und intelligente Beleuchtung.
- **Gesundheit:** Intelligente Uhren, Fitness-Tracker und Gesundheitsmonitore, die die Gesundheit und körperliche Aktivität des Nutzers überwachen.
- **Verkehr:** Intelligente Autos, Navigationssysteme, Elektrofahrzeuge und Ladestationen, die mit den Nutzer*innen und untereinander kommunizieren und so einen effizienten Transport ermöglichen.
- **Industrie:** Intelligente Fertigungssysteme, Roboter und Sensoren, die die Effizienz und Genauigkeit von Fertigungsprozessen verbessern.
- **Unterhaltung:** Intelligente Fernsehgeräte, Soundsysteme und Spielkonsolen, die ein interaktives Erlebnis bieten.

Smart Home [188][189]

In den 1970er Jahren bestand das Ziel der Entwicklungen darin, die Energieeffizienz und Automatisierung von Häusern zu verbessern. Damals funktionierte das nur manuell. Anfang der 2000er Jahre tauchte Wi-Fi auf, was die Welt der intelligenten Häuser erheblich veränderte. Es gab eine ganze Reihe von Geräten, die sich mit dem Internet verbinden konnten, und so wurden die Häuser aus der Ferne zugänglich und steuerbar. Der eigentliche Durchbruch kam mit dem Aufkommen der Mobiltelefone. Auf diesen Geräten konnten Anwendungen ausgeführt werden, mit denen sich Smart Homes schnell, einfach und sicher bedienen ließen. Es war möglich, die Heizung und die Klimaanlage aus der Ferne zu steuern, die Bilder der Hauskameras anzuzeigen und die Türen zu öffnen oder zu schließen. Der nächste große Schritt war die Verbreitung der künstlichen Intelligenz. Die Geräte wurden immer effizienter, so dass die Häuser ohne menschliches Zutun optimal funktionieren. [190]

Ein modernes intelligentes Haus kann heute unter anderem Folgendes leisten:



- Geräte und Systeme können automatisch Aufgaben auf der Grundlage voreingestellter Programme ausführen, wie z. B. die Steuerung von Beleuchtung, Heizung und Kühlung.
- Die Benutzer*innen können ihr Haus über ein Smartphone oder ein anderes mit dem Internet verbundenes Gerät aus der Ferne steuern und überwachen.
- Intelligente Heimsysteme und Geräte können zusammenarbeiten, Informationen austauschen und koordiniert arbeiten.
- Intelligente Häuser zielen darauf ab, den Energieverbrauch zu optimieren, zum Beispiel mit Hilfe von intelligenten Thermostaten und Beleuchtungssystemen.
- Intelligente Schlösser, Kamerasysteme, Bewegungsmelder und andere Sicherheitsvorrichtungen verbessern den Schutz des Hauses, indem sie den oder die Eigentümer*in oder ein Sicherheitsunternehmen im Falle eines Einbruchs alarmieren.

Intelligente Ringe [191] haben sich in den letzten Jahren immer mehr verbreitet. Diese Geräte ähneln herkömmlichen Ringen, sind aber so ausgestattet, dass sie die Aktivität überwachen, Gesundheitsdaten sammeln und den Nutzer über eingehende SMS oder andere Nachrichten informieren. Im Folgenden finden Sie eine Liste der Verwendungszwecke und Funktionen von Smart Rings.

Intelligente Ringe können bestimmte Gesundheitswerte messen. Diese Geräte können den Puls, die Herzfrequenz und die Schrittzahl messen. Fortgeschrittene Versionen können auch den Schlaf messen. Diese Daten können von den eingebauten Sensoren gemessen werden. Das Gerät kann den Benutzer oder die Benutzerin auch durch Vibrationen oder LED-Leuchten auf SMS oder andere Benachrichtigungen auf seinem Mobiltelefon aufmerksam machen. Mit der NFC-Technologie können die Nutzer*innen direkt mit dem Ring bezahlen, ohne ein Telefon oder eine Bankkarte herausnehmen zu müssen. Außerdem kann der Ring problemlos einen Musikplayer zu Hause steuern, Präsentationen verwalten und als Fernbedienung fungieren. Obwohl intelligente Ringe viele Vorteile haben, kann ihre Verwendung auch mit gewissen Risiken verbunden sein. Intelligente Ringe sammeln und speichern persönliche Daten, zu denen auch sensible Informationen über den Gesundheitszustand und die täglichen Gewohnheiten gehören können. Hacker können diese Schwachstellen leicht ausnutzen, um Daten über persönliche Gewohnheiten zu sammeln, etwa um festzustellen, wann eine Person nicht zu Hause ist. Intelligente Ringe sind mit Smartphones und anderen Geräten verbunden, was sie anfällig für Angriffe auf die Cybersicherheit macht. Es gibt auch gesundheitliche Risiken. Intelligente Ringe geben wie alle drahtlosen Geräte geringe Mengen an elektromagnetischer Strahlung ab. Obwohl die Strahlung in der Regel sehr gering ist, gibt es noch keinen vollständigen wissenschaftlichen Konsens über ihre langfristigen Auswirkungen. Intelligente Ringe haben aufgrund ihrer geringen Größe nur eine begrenzte Akkukapazität, so dass sie unter Umständen häufig aufgeladen werden müssen, was für die Nutzer*innen unangenehm sein kann.



Smartphone [Nuhel, Ahsan. (2021). Evolution des Smartphones.] [192]

Die Geschichte und die Entwicklung von Smartphones sind ein Beispiel für die nahtlose Integration von Technologie in das tägliche Leben. Smartphones entstanden als eine Kombination aus Mobiltelefonen, PDAs und Internetgeräten und haben sich seither ständig weiterentwickelt und immer mehr Funktionen und Anwendungen hinzugefügt. Die wichtigsten Meilensteine in der Entwicklung dieser Technologie sind, ähnlich wie bei den Fortschritten im Bereich Smart Home, die folgenden.

Die ersten Geräte, die man als Smartphones bezeichnen könnte, erschienen in den frühen 1990er Jahren. Eines davon war das IBM Simon, das 1992 eingeführt wurde und 1994 in den Handel kam. Das IBM Simon fungierte nicht nur als Telefon, sondern auch als PDA, mit dem man E-Mails und Faxe senden und empfangen und grundlegende Anwendungen wie Kalender und Notizblock ausführen konnte.

Die Nokia Communicator-Serie mit dem Symbian-Betriebssystem war eines der ersten populären Smartphones. Das Gerät wurde in den frühen 2000er Jahren eingeführt. Zur gleichen Zeit wurden BlackBerry-Geräte dank ihres sicheren E-Mail-Dienstes und der QWERTZ-Tastatur vor allem bei Geschäftskunden beliebt.

Im Jahr 2007 stellte Apple das erste iPhone vor, das den Smartphone-Markt revolutionierte. Der kapazitive Touchscreen des iPhones, die einfache Benutzeroberfläche und die Einführung des App Store veränderten die Nutzung und Entwicklung von Smartphones grundlegend.

Kurz nach der Veröffentlichung des iPhones stellte Google das Android-Betriebssystem vor, das als Open-Source-Plattform populär wurde. Das erste Android-basierte Telefon, das HTC Dream, wurde 2008 auf den Markt gebracht.

Die Verbreitung und Entwicklung von Smartphones hat sich nach 2010 exponentiell beschleunigt. Neue Modelle erschienen mit immer größeren und hochwertigeren Displays, schnelleren Prozessoren, fortschrittlicheren Kameras und größeren Akkukapazitäten. Drahtlose Technologien wie 4G LTE haben schnellere Internetverbindungen ermöglicht.

Bis 2020 hat die Einführung von 5G-Netzen neue Horizonte für die Smartphone-Nutzung eröffnet, darunter eine schnellere Datenübertragung, geringere Latenzzeiten und eine breitere Integration von IoT-Geräten. Die in Smartphones eingesetzte künstliche Intelligenz und das maschinelle Lernen haben die Bildverarbeitung, die Spracherkennung und die Gesamtleistung der Geräte erheblich verbessert.

Smartphones können für viele verschiedene Zwecke eingesetzt werden, und ihre Funktionen werden ständig erweitert:

- Kommunikation: Telefonanrufe, Textnachrichten, E-Mails, Videoanrufe und Messaging-Anwendungen (z. B. WhatsApp, Messenger).



- Internet: Surfen, soziale Medien, Online-Shopping, Bankdienstleistungen.
- Unterhaltung: Musik hören, Videos und Filme ansehen, Spiele spielen.
- Fotografie und Videoaufnahmen: Hochauflösende Kameras, Videoaufzeichnung, Bearbeitung.
- Navigation: GPS und Kartendienste (z. B. Google Maps).
- Gesundheit und Fitness: Gesundheits-Apps, Fitness-Tracker, Schlafmonitore.
- Arbeit: Bearbeitung von Dokumenten, Verwaltung von E-Mails, Arbeit aus der Ferne.
- Intelligente Assistenten: Siri, Google Assistant, Amazon Alexa.

Intelligente Schlösser [193] sind verbesserte Versionen von herkömmlichen Schlössern. Herkömmliche Schlösser lassen sich mit Schlüsseln öffnen und schließen, während intelligente Schlösser durch ein elektronisches Signal geöffnet oder geschlossen werden können. Das Signal kann Wi-Fi, Bluetooth oder NFC sein. Intelligente Schlösser können einen bequemerem und flexibleren Zugang zu Wohngebäuden und Büros ermöglichen.

Intelligente Schlösser verwenden in der Regel eine Kombination aus den folgenden Technologien und Funktionen:

- Bluetooth: Viele intelligente Schlösser nutzen die Bluetooth-Technologie, um mit Ihrem Smartphone zu kommunizieren. Wenn sich der Nutzer mit dem Smartphone dem Schloss nähert, wird die Bluetooth-Verbindung aktiviert, und das Schloss kann über die App geöffnet oder geschlossen werden.
- Wi-Fi: Verschiedene intelligente Schlösser funktionieren auch über eine Wi-Fi-Verbindung und ermöglichen den Fernzugriff und die Fernsteuerung. Benutzer*innen können das Schloss aus der Ferne überwachen und steuern, sofern sie über eine Internetverbindung verfügen.
- PIN-Codes und Tastaturen: Viele intelligente Schlösser verfügen über integrierte Tastaturen, die es den Benutzer*innen ermöglichen, die Tür mit einem PIN-Code zu öffnen und zu schließen.
- Biometrische Identifizierung: Verschiedene intelligente Schlösser sind mit einem Fingerabdruckleser oder einer Gesichtserkennungstechnologie ausgestattet, die die Identifizierung und den Zugang mit biometrischen Daten ermöglicht.
- NFC und RFID: Bestimmte intelligente Schlösser nutzen die NFC- oder RFID-Technologie, so dass sie mit Karten, Schlüsselanhängern oder Smartphones entriegelt werden können.

Intelligente Schlösser bieten viele nützliche Funktionen, die den täglichen Gebrauch erleichtern und die Sicherheit erhöhen. Mit dem intelligenten Schloss können Benutzer*innen Türen aus der Ferne steuern, z. B. Gäste hereinlassen oder die Tür verriegeln. Nutzer*innen können digitale Schlüssel oder PINs mit anderen teilen, z. B. mit Familienmitgliedern, Freunden oder Dienstleistern. Diese Zugänge können zeitlich begrenzt sein. Intelligente



Schlösser protokollieren die Nutzungsaktivitäten, so dass die Benutzer*innen nachvollziehen können, wer die Tür wann betreten hat. Diese Geräte arbeiten mit anderen intelligenten Heimsystemen wie Sicherheitskameras, Alarmanlagen und intelligenten Assistenten zusammen.

In den letzten Jahren sind **intelligente Ampeln** [194] aufgetaucht. Ziel der Entwickler*innen war es, den Verkehr in den Städten besser steuern zu können, um Staus zu vermeiden und so die Siedlungen lebenswerter zu machen. Beispiele für intelligente Ampel-Funktionen sind die folgenden.

Intelligente Ampeln verwenden Kameras, Sensoren und Radargeräte zur Verkehrsüberwachung. Die gewonnenen Ergebnisse werden analysiert und optimiert, und der Verkehr wird auf dieser Grundlage gelenkt. Die Ampeln müssen miteinander kommunizieren, um optimal zu funktionieren. Die Daten der einzelnen Ampeln werden von einem zentralen Server verarbeitet, der die Verwaltung des Betriebs einer ganzen Stadt ermöglicht. Intelligente Ampeln nutzen vorausschauende Algorithmen, um Staus vorherzusagen und zu vermeiden. Solche Ampeln können es den Fahrzeugen ermöglichen, längere Strecken ohne Anhalten zurückzulegen.

Intelligente Ampeln können effizient auf unvorhergesehene Ereignisse wie Unfälle reagieren und sich gleichzeitig effektiv an unterschiedliche Verkehrsbedingungen anpassen. Beobachtungen zufolge ist dort, wo intelligente Ampeln eingesetzt werden, die Zahl der Unfälle deutlich zurückgegangen. Intelligente Ampeln sind oft energieeffizienter als herkömmliche Ampeln, was langfristig zu Kosteneinsparungen führen kann. Intelligente Ampeln und die Optimierung des Verkehrs können dazu beitragen, den Kohlendioxidausstoß zu verringern und damit die Lebensqualität in Großstädten zu verbessern.

4.15. Bestehendes Unterstützungssystem für bestimmte Gruppen von Menschen mit Behinderungen

Der Begriff "Behinderung" bezieht sich auf eine Reihe von körperlichen, geistigen, sensorischen oder psychischen Zuständen, die Menschen daran hindern können, in gleichem Maße am täglichen Leben teilzunehmen wie Menschen ohne diese Zustände.

Eine Behinderung wird definiert als eine angeborene oder erworbene, dauerhafte oder bleibende Beeinträchtigung der Sinnesorgane, der Kommunikationsfähigkeit, des Körpers, des Geistes oder des psychosozialen Bereichs oder eine Kombination dieser Beeinträchtigungen, die in Wechselwirkung mit umweltbedingten, sozialen und anderen wesentlichen Barrieren eine wirksame und gleichberechtigte Teilhabe an der Gesellschaft einschränkt oder verhindert. [195]

Nach Angaben der WHO leiden fast 16 % der Weltbevölkerung an einer dauerhaften Behinderung. Deshalb ist es heute eine der größten Herausforderungen, die durch eine



Behinderung verursachten Schwierigkeiten zu erkennen und Systeme zu entwickeln, die die Integration von Menschen mit Behinderungen erleichtern. [196]

Leider sind Menschen mit Behinderungen nicht nur mit physischen Barrieren konfrontiert. Das größte Menschenrechtsproblem im Zusammenhang mit Behinderungen ist die Diskriminierung, deren Hauptursache soziale Vorurteile sind. Um Gleichstellung und Nichtdiskriminierung zu erreichen, sind besondere Anstrengungen erforderlich, was eine Art Anpassung seitens der Gesellschaft voraussetzt. Es ist wichtig, dass diese Anstrengungen die Gesellschaft nicht zu sehr belasten, sondern einfach dazu beitragen, gleiche Bedingungen zu schaffen. [197]

4.15.1. Arten von Behinderungen

Behinderungen lassen sich in verschiedene Kategorien einteilen. In diesem Kapitel geht es um diese Behinderungen. [195][198]

- Beeinträchtigung der Mobilität
- Sehbehinderung
 - Sehschwäche
 - Blindheit
- Schwerhörigkeit
 - Leichter Hörverlust
 - Taubheit
- Geistige Behinderung
- Sprachliche Beeinträchtigung
 - Stottern
 - Aphasie
 - Stummheit
- Autismus
 - Asperger-Syndrom
- Taubheit, Blindheit

4.15.1.1. Geistige Behinderung

Eine geistige Behinderung ist ein Zustand, bei dem die intellektuellen Fähigkeiten des Patienten oder der Patientin weit unter dem Durchschnitt liegen. Menschen mit geistiger Behinderung werden oft fälschlicherweise als psychiatrische Patient*innen behandelt, obwohl dies in der Regel nicht der Fall ist.

Für Menschen mit Behinderungen kann das Erlernen neuer Konzepte und das Lösen von Problemen eine Herausforderung sein. Menschen mit geistiger Behinderung haben unter Umständen Schwierigkeiten, sich selbst zu versorgen, sich zu reinigen, anzuziehen oder zu



ernähren. Sie können unter Umständen nicht arbeiten oder haben Probleme in ihren sozialen Beziehungen, was zu sozialer Isolation führen kann.

4.15.1.2. Beeinträchtigung der Mobilität

Mobilitätsbeeinträchtigung oder -einschränkung ist ein vielschichtiges Konzept, das sich auf den Verlust der Bewegungsfähigkeit eines Patienten oder einer Patientin bezieht, was häufig auf zugrunde liegende Ursachen oder Bedingungen zurückzuführen ist. Dieser Zustand kann angeboren oder erworben sein und durch eine Vielzahl von Faktoren wie Unfall, Krankheit, Alter oder angeborene Anomalien verursacht werden.

Eine große Herausforderung für Menschen mit Behinderungen ist die Tatsache, dass manche Gebäude unter Umständen nicht einfach zugänglich sind, was die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und an Bildung insgesamt erschwert. Außerdem sind viele öffentliche Verkehrsmittel immer noch schwer zu benutzen. Ihre Wohnungen barrierefrei zu gestalten, ist oft unerschwinglich teuer, und sie benötigen dazu häufig Hilfe.

4.15.1.3. Sehbehinderung

Die Sehbehinderung umfasst sowohl den vollständigen als auch den teilweisen Verlust des Sehvermögens. Vollständige Blindheit bedeutet, dass man kein Licht mehr wahrnehmen kann, während bei teilweiser Blindheit eine gewisse Unterscheidung zwischen Licht und Dunkelheit möglich ist. Sehbehinderungen können entweder angeboren oder erworben sein, wobei letztere durch Krankheiten oder Unfälle verursacht werden können.

Das größte Problem für sehbehinderte Menschen ist der Verkehr. Die Orientierung in Gebäuden, in öffentlichen Verkehrsmitteln und im alltäglichen Straßenverkehr ist schwierig. Die Teilnahme an der Bildung ist für sehbehinderte Menschen eine Herausforderung. Oft fehlt es an geeignetem Lehrmaterial, um das notwendige Wissen zu erwerben. Sie sind nicht selten Diskriminierungen und Schwierigkeiten bei der Arbeitssuche ausgesetzt, was zu sozialer Isolation führen kann.

4.15.1.4. Taubheit

Taubheit ist definiert als ein Audiogramm, das einen Hörverlust von mindestens 90 dB anzeigt. Im schlimmsten Fall hört der Patient oder die Patientin überhaupt nichts mehr, im besten Fall werden nur noch leise Töne wahrgenommen. Bei der Krankheit kann es sich um eine angeborene Taubheit oder eine erworbene Taubheit handeln, die das Ergebnis einer Krankheit wie einer Verletzung, übermäßiger Lärmbelastung, Virusinfektionen, Meningitis oder Diabetes ist.

Für Gehörlose ist es schwierig, mit nicht-gehörlosen Menschen zu kommunizieren, da nur wenige Menschen die Gebärdensprache beherrschen.



4.15.1.5. Sprachliche Beeinträchtigung

Menschen mit Sprachbehinderungen sind Menschen mit normalem physischem Gehör, die Störungen in der Entwicklung von Sprache, sei es verbal oder grafisch, aufweisen. Diese Störungen können sich in einer fehlenden Sprachentwicklung, in pathologischen Verzögerungen oder in funktionellen Defiziten in bestimmten Bereichen äußern. Der Begriff der Sprachbehinderung wird im Zusammenhang mit der Sonderpädagogik definiert.

Die größte Herausforderung für Menschen mit Sprachbehinderungen besteht darin, dass sie nicht in gleicher Weise mit Menschen ohne Sprachbehinderungen kommunizieren können, was zu sozialer Ausgrenzung und Isolation führen kann.

4.15.1.6. Taubblindheit

Taubblindheit ist ein Zustand, der durch die gleichzeitige Beeinträchtigung des Seh- und des Hörvermögens gekennzeichnet ist und die Fähigkeit einer Person, zu kommunizieren, auf Informationen zuzugreifen und sich in ihrer Umgebung zurechtzufinden, erheblich beeinträchtigt. Menschen mit Seh- oder Hörbehinderungen erfahren oft eine kompensatorische Unterstützung durch ihre anderen funktionierenden Sinne. Bei Taubblindheit ist diese Kompensation jedoch in der Regel nicht wirksam. Aus diesem Grund ist die Belastung für sie besonders hoch.

4.15.2. Unterstützungssysteme

Im folgenden Abschnitt werden Unterstützungssysteme definiert und beschrieben, die zur Verbesserung der Lebensqualität von Menschen mit Behinderungen eingesetzt werden. Unterstützungssysteme beziehen sich auf Instrumente, Strategien und Dienstleistungen, die die Lebensqualität von Menschen mit Behinderungen verbessern und gerechte Bedingungen fördern sollen. Diese Systeme umfassen mehrere Bereiche, aber in allen Bereichen geht es darum, Chancengleichheit zu schaffen. Sie umfassen physische, digitale, kommunikative und soziale Dienste. Im folgenden Abschnitt werden verschiedene Technologien und Maßnahmen vorgestellt, die dazu beitragen können, die Lebensqualität von Menschen mit Behinderungen zu verbessern.

4.15.2.1. Physikalische Systeme

Eine der wichtigsten Richtlinien ist die Zugänglichkeit, die darauf abzielt, die Einschränkungen von Menschen mit Behinderungen zu beseitigen oder zu verringern und so die Bewegungs-, Informations- und Kommunikationsfreiheit zu gewährleisten. Eine der bekanntesten Anwendungen ist die architektonische Gestaltung, die der Zugänglichkeit für Personen mit eingeschränkter Mobilität Vorrang einräumt. Mit diesem Ansatz wird sichergestellt, dass Bauwerke so konzipiert und gebaut werden, dass sie für Personen mit unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnissen leicht zugänglich sind und die Navigation erleichtern. Beispiele hierfür



sind der Einbau von Aufzügen, Rampen, Handläufen, Türen mit Lichtschranken oder Türen mit leicht erreichbaren Druckknöpfen. [199] Barrierefreiheit geht über die Unterstützung von Personen mit eingeschränkter Mobilität hinaus und umfasst auch die Verwendung von Piktogrammen, Schildern und Farbcodes in unterschiedlichen Größen, die die Aufmerksamkeit auf sich ziehen und leicht zu interpretieren sind, um die Navigation für alle Personen zu erleichtern. Diese können für Menschen mit geistigen Behinderungen eine große Hilfe sein. Für sehbehinderte Menschen können verschiedene Alarmer, Rauchmelder und Leitschienen hilfreich sein, während für hörgeschädigte Menschen Induktionsschleifensysteme eine große Hilfe sein können. Die Schleife wird um die Wand eines Raumes gezogen und kann als eine Art Schallverstärkungssystem fungieren, das das Prinzip von Hörgeräten nutzt, um Sprache zu verstärken und Hintergrundgeräusche zu reduzieren. [199]

4.15.2.2. Intelligente Systeme

Für Menschen mit Behinderungen ist es wichtig, dass sie ihr Wohnumfeld problemlos nutzen können. Heutzutage sind Smart Homes bereits weit verbreitet, die mit Hilfe einer leicht zu bedienenden Schnittstelle viele Prozesse vereinfachen. Man kann die Heizung und die Kühlung steuern, man kann die Jalousien mit einem Knopfdruck bedienen, alle Lichtschalter können von einem Ort aus bedient werden, Steckdosen lassen sich leicht ausschalten, so dass alle Menschen sicher und unabhängig arbeiten können. Es wird eine breite Palette von Geräten mit Sensoren verkauft, die, wenn sie mit dem System verbunden sind, einfach und leicht zu steuern sind. Zusätzlich zu den intelligenten Häusern ist das Aufkommen von sprachgesteuerten Systemen, die, wie bereits beschrieben, über Sprachbefehle funktionieren, eine große Hilfe. Diese fortschrittlichen Systeme erleichtern die Bedienung des Hauses, indem sie die Steuerung von Türen, Fenstern und Jalousien durch einfache Sprachanweisungen ermöglichen und so die Zugänglichkeit und den Komfort für die Bewohner*innen erhöhen. Inzwischen gibt es auch intelligente Staubsauger und andere intelligente Reinigungssysteme, die es Menschen mit eingeschränkter Mobilität leicht machen, für Ordnung zu sorgen. [200]

Vollständig autonome Fahrzeuge befinden sich zwar noch in der Entwicklungsphase, werden aber voraussichtlich in den nächsten Jahren auf den Markt kommen. Es wird erwartet, dass diese fortschrittlichen Transportsysteme die Mobilität von Menschen mit Behinderungen erheblich verbessern und unabhängige Langstreckenreisen ohne persönliche Hilfe ermöglichen werden. Neben selbstfahrenden Autos können auch Geräte wie GPS-basierte intelligente Armbänder und ortsbezogene Apps, die behinderten Menschen helfen, sich fortzubewegen und zurechtzufinden, hilfreich sein.



4.15.2.3. Digitale Systeme

Dank des technologischen Fortschritts gibt es immer mehr digitale Entwicklungen, die Menschen mit Behinderungen helfen. Wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, können VR- und AR-Technologien zur Entwicklung von Anwendungen genutzt werden, die Menschen mit Behinderungen bei der körperlichen und kognitiven Rehabilitation helfen. AR-Anwendungen können bei der Orientierung helfen und sprachliche Hinweise zur Umgebung geben. Für spezialisierte Displays gibt es bereits so genannte digitale Braillezeilen, d. h. Geräte, die Zeichen für blinde und sehbehinderte Menschen dynamisch anzeigen können. Mit Brailledruckern können Dokumente gedruckt werden, die von blinden Menschen gelesen werden können. [201]

Es ist wichtig, daran zu denken, dass die Digitalisierung alles sichtbar macht. Es gibt zwar spezialisierte Displays, aber es ist auch wichtig, darauf vorbereitet zu sein, den Bedürftigen mit einfachen, kostengünstigen Geräten zu helfen. In solchen Fällen ist es wichtig, dass Anwendungen, Websites und andere interaktive Elemente so gestaltet und entwickelt werden, dass sie auch in extremen Fällen leicht zu bedienen sind. Beispiele hierfür sind kontrastreiche Anzeigen, einfache Navigation, Anpassung der Schriftgröße, Lesen von Text oder digitale Vergrößerungswerkzeuge. [202]

4.15.3. Beispiele aus der realen Welt

Im folgenden Abschnitt werden ungarische und internationale Museen vorgestellt, die sich um die Unterstützung von Menschen mit Behinderungen bemühen und traditionelle oder innovative Methoden anwenden, um den Zugang zu ihren Ausstellungen zu erleichtern.

4.15.3.1. Museum der Schönen Künste (Budapest)

Das Museum hat breite Türen und Rampen eingebaut, damit sich Menschen mit Behinderungen leicht im Gebäude bewegen können. Alle Ebenen sind über Aufzüge zugänglich, die auch für Menschen mit Behinderungen und Rollstuhlfahrer*innen leicht zu benutzen sind. Für sehbehinderte Personen gibt es im Museum Schilder in Blindenschrift und taktile Modelle. Audio-Guides sind in mehreren Sprachen verfügbar. [203]

4.15.3.2. Ludwig Museum (Budapest)

Das Museum verfügt über barrierefreie Eingänge und Aufzüge und einen einfachen Zugang zu den Ausstellungen. Das Museum verfügt über eine mobile App und einen Audioguide für sehbehinderte Besucher*innen. Das Museum bietet auch virtuelle Führungen für behinderte Besucher*innen an. Für hörgeschädigte Personen bietet das Museum Gebärdensprachdolmetscher*innen an. [204]



4.15.3.3. Kunsthistorisches Museum (Wien)

Das Museum bietet einen barrierefreien Zugang durch den Seiteneingang am Burgring 5. Die Mitarbeiter*innen des Besucherdienstes helfen den Besucher*innen beim Zugang und bei der Navigation im Gebäude. Das Museum verfügt über zwei Aufzüge mit großzügigen Abmessungen, die eine problemlose Nutzung für Rollstuhlfahrer*innen ermöglichen (Eingangsbreite: 99 cm, Kabinentiefe: 130 cm, Kabinenbreite: 150 cm). Außerdem gibt es fünf barrierefreie Toiletten, die sich im gesamten Museum befinden. Rollstühle werden kostenlos zur Verfügung gestellt, eine vorherige Reservierung ist erforderlich. Für Besucher*innen, die mit dem Auto anreisen, stehen sieben öffentliche Behindertenparkplätze zur Verfügung (fünf am Heldenplatz und zwei in der Nähe des Seiteneingangs, verfügbar von Montag bis Freitag). Spezielle Führungen für Besucher*innen mit Behinderungen können auf Anfrage organisiert werden

4.15.3.4. British Museum (London, Vereinigtes Königreich)

Es wurden barrierefreie Eingänge und Transportwege für Menschen mit Behinderungen geschaffen. Das Gebäude ist mit Rampen, breiten Türen und Aufzügen ausgestattet. Weiters gibt es spezielle Toiletten für Menschen mit Behinderungen und Audio-Guides in mehreren Sprachen, taktile Karten und Modelle zur Unterstützung sehbehinderter Menschen und eine Induktionsschleife für Besucher*innen mit Hörgeräten. [206]

4.15.3.5. Louvre (Paris, Frankreich)

Es wurden barrierefreie Eingänge und Transportwege für Menschen mit Behinderungen geschaffen. Das Gebäude ist mit Rampen, breiten Türen und Aufzügen ausgestattet. Das Museum bietet auch virtuelle Führungen für Menschen mit Behinderungen an. Es gibt Audioführungen in mehreren Sprachen. Das Museum verfügt über eine Induktionsschleife für Besucher*innen mit Hörgeräten. Für Hörgeschädigte bietet das Museum Gebärdensprachdolmetscher*innen an. [207]

4.15.3.6. Museum of Modern Art (MoMA, New York, USA)

Es wurden barrierefreie Eingänge und Transportwege für Menschen mit Behinderungen geschaffen. Das Gebäude ist mit Rampen, breiten Türen und Aufzügen ausgestattet. Das Museum bietet auch virtuelle Führungen für Menschen mit Behinderungen an. Audio-Führungen in mehreren Sprachen. Das Museum verfügt über eine Induktionsschleife für Besucher*innen mit Hörgeräten. [208]

4.15.4. Unterstützung von Menschen mit Behinderungen in einem Freilichtmuseum

Für ein Freilichtmuseum ist es von größter Bedeutung, Menschen mit Behinderungen ein gleichberechtigtes Museumserlebnis zu bieten, denn das kulturelle Erbe gehört allen,



unabhängig von ihren körperlichen oder geistigen Fähigkeiten. Im Folgenden wird aufgezeigt, welche der zuvor vorgestellten Instrumente Freilichtmuseen am besten helfen können, eine Gleichstellung zu erreichen.

Erstens ist die Zugänglichkeit entscheidend. Unter dem Gesichtspunkt der potentiellen Beeinträchtigungen müssen Freilichtmuseen die physische Zugänglichkeit sicherstellen, zum Beispiel durch Rampen, Aufzüge oder hochwertige Gehwege, um das Gelände leicht zugänglich zu machen. Darüber hinaus sollte bei der Gestaltung der Ausstellung sorgfältig auf die Zugänglichkeit für Rollstuhlfahrer*innen geachtet werden, so dass alle Ausstellungsstücke und interaktiven Elemente für Besucher*innen, die Mobilitätshilfen benutzen, bequem zu erreichen und zu navigieren sind. Besucher*innen mit Seh- und Hörbehinderungen sollten die oben erwähnten technischen Neuerungen, Braillezeilen und digitale Hilfsmittel (Untertitel, Videoguide in Gebärdensprache, digitale Lupe, Audioguide) zur Verfügung gestellt werden.

Museumspädagogische Programme müssen sich auch an die unterschiedlichen Fähigkeiten der Besucher*innen anpassen. Interaktive taktile Exponate oder die Verwendung von farbigem, kontrastreichem Anschauungsmaterial können sehbehinderten und geistig behinderten Besucher*innen helfen, das Museumserlebnis zu genießen. Es ist wichtig, dass das Museumspersonal entsprechend geschult wird, wie es mit behinderten Besucher*innen kommunizieren und sie unterstützen kann. Dies kann z. B. durch mobile oder Webanwendungen unterstützt werden, die nach Grundsätzen entwickelt wurden, die den Bedürfnissen von Menschen mit Behinderungen Rechnung tragen. Diese können genutzt werden, um Beschreibungen oder Audiomaterial mit den Besucher*innen zu teilen. Es ist wichtig, neben Audioinhalten auch Videoinhalte nutzen zu können, die durch Gebärdensprache und Untertitel unterstützt werden können. VR und AR können auch eingesetzt werden, um Orte zu zeigen, an denen es physisch nicht möglich ist, einen Weg für behinderte Besucher*innen zu bauen. Diese digitalen Lösungen werden nicht nur das Erlebnis der Freilichtmuseen für gehörlose und schwerhörige Besucher*innen zugänglicher und angenehmer machen, sondern auch dazu beitragen, das Besucher*innen erlebnis insgesamt zu bereichern.

4.15.5. Unterstützung gehörloser und hörgeschädigter Menschen mit AI

KI kann für benachteiligte Menschen - insbesondere für Gehörlose und Hörgeschädigte - nützliche und besondere Möglichkeiten eröffnen. Für gehörlose Menschen ist die Gebärdensprache die primäre Kommunikationsform. In der Folge erwerben diese Menschen in der Regel die gesprochene Sprache ihres jeweiligen Landes als Sekundärsprache. Folglich kann das Verstehen von geschriebenem Text aufgrund der sprachlichen Unterschiede zwischen der Gebärdensprache und der schriftlichen Form der gesprochenen Sprache eine Herausforderung darstellen. Dieses Kapitel befasst sich mit bestehenden Lösungen zur Unterstützung von Menschen mit Behinderungen. Eine dieser Lösungen ist Signapse, die Gebärdensprachübersetzung für Videos, Ansagen in öffentlichen Verkehrsmitteln und



Website-Inhalte bietet. SignForDeaf, Hand Talk und Signer.AI verfügen ebenfalls über ein eigenes Gebärdensprachübersetzungssystem.

4.15.5.1. Signapse

Videos mit Untertiteln erfüllen oft nicht die Anforderungen der Gehörlosengemeinschaft, die Übersetzungen in Gebärdensprache vorzieht. Die Signapse-Technologie bietet eine Lösung, indem sie Übersetzungen in britischer Gebärdensprache (British Sign Language, BSL) oder amerikanischer Gebärdensprache (American Sign Language, ASL) nahtlos in Videos integriert, die eine Bild-in-Bild-Anordnung verwenden. [209]

Für viele gehörlose und schwerhörige Menschen kann die Navigation in öffentlichen Räumen wie Flughäfen und Bahnhöfen aufgrund von Kommunikationsbarrieren eine entmutigende Aufgabe sein. Die Technologie der künstlichen Intelligenz von Signapse überbrückt diese Lücke, indem sie Verkehrsdurchsagen automatisch und in Echtzeit in die britische Gebärdensprache (BSL) oder die amerikanische Gebärdensprache (ASL) übersetzt. Dieser Ansatz stellt sicher, dass alle wichtigen Informationen effektiv übermittelt werden und fördert den unabhängigen Zugang zu Informationen, ohne auf die Hilfe Dritter angewiesen zu sein. [210]

Die Signapse-Technologie wandelt Website-Inhalte in die Britische Gebärdensprache (BSL) oder die Amerikanische Gebärdensprache (ASL) um und macht Informationen über Produkte und Dienstleistungen für die Gehörlosengemeinschaft sofort zugänglich. Das Signer-Overlay bietet ein nahtloses und ansprechendes Erlebnis für die gesamte Website oder nur für bestimmte Seiten, die von den Benutzer*innen einfach aktiviert werden können. Die Integration ist ein Kinderspiel und erfordert nur eine einzige Codezeile. Mit dieser Technologie kann die Website ein breiteres Publikum erreichen, einschließlich der Gehörlosengemeinschaft. [211]

4.15.5.2. SignForDeaf

SignForDeaf bietet KI-gestützte Lösungen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von Informationen für Menschen mit Hörbehinderungen und Gehörlose. Diese innovativen Tools sind besonders für diejenigen von Vorteil, die Probleme mit dem Leseverständnis haben oder nicht lesen und schreiben können, und erleichtern den Zugang zu Informationen, Diensten und Videoinhalten durch die folgenden fortschrittlichen Technologien. [212]

1. **Das Plugin für die Web-Gebärdensprache** ermöglicht die Echtzeit-Übersetzung von Website-Inhalten in die Gebärdensprache und verbessert so die Zugänglichkeit für Menschen mit Hörbehinderungen, die Probleme mit dem Leseverständnis haben können. Das Plugin überbrückt effektiv die Kommunikationslücke und stellt sicher, dass die Inhalte der Website leicht verständlich und für ein breiteres Publikum zugänglich sind.



2. **Video Sign Language Plugin** integriert Videos in die gewünschte Art von Website und übersetzt gleichzeitig Videos mit Untertiteln in Gebärdensprache. Es übersetzt Untertitel in Videos, synchron mit Unterstützung von künstlicher Intelligenz in Gebärdensprache und arbeitet mit allen Videoformaten harmonisch zusammen.
3. **Das PDF-Gebärdensprach-Plugin** übersetzt Dokumente im PDF-Format mit Hilfe von künstlicher Intelligenz sofort in Gebärdensprache und bietet barrierefreie Inhalte und Dienste für hörgeschädigte Personen, die Schwierigkeiten haben, das Lesen zu verstehen.
4. **Gedruckte Materialien** (Zeitschriften, Broschüren, Zeitungen usw.) werden durch das Lesen des darauf befindlichen QR-Codes mit dem Smartphone sofort in die Gebärdensprache übersetzt, unterstützt durch künstliche Intelligenz.
5. Zusätzlich zur Übersetzung von Text/Ton in Gebärdensprache gibt es ein **Echtzeit-Übersetzungssystem für Gebärdensprache**. Es übersetzt auch Gebärdensprache in Text/Voice mit Unterstützung künstlicher Intelligenz, um die Kommunikation von Hörgeschädigten mit Menschen zu erleichtern, die keinen Gebärdensprachübersetzer kennen.

4.15.5.3. Übersetzer für Gebärdensprache

Sign Language Translator auf GitHub bietet eine Python-Bibliothek und ein Framework, mit dem sich individuelle Übersetzer für Hörgeschädigte erstellen lassen, die mithilfe von künstlicher Intelligenz zwischen Gebärdensprache und Text übersetzen. Die von diesem Framework verwendeten Datensätze sind ebenfalls verfügbar. Das Python-Projekt kann im Web eingesetzt werden, daher gibt es auch ein React-Frontend, um die Funktionalität des Python-basierten Gebärdensprachübersetzers bereitzustellen, sowie Jupyter-Notebooks mit Demos. [213]

Das Python-Projekt ist ein Versuch, die Kommunikationslücke zwischen Hörenden und Hörgeschädigten mit Hilfe künstlicher Intelligenz zu schließen. Es bietet eine benutzerfreundliche Übersetzungs-API und einen Rahmen für den Aufbau von Gebärdensprachübersetzern, die sich leicht an jede regionale Gebärdensprache anpassen lassen. Eine große Hürde ist der Mangel an Datensätzen (global und regional) und Frameworks, die Deep-Learning-Ingenieur*innen und Softwareentwickler*innen nutzen können, um nützliche Produkte für die Zielgruppen zu entwickeln. Dieses Projekt zielt darauf ab, die Übersetzung von Gebärdensprachen zu unterstützen, indem es robuste Komponenten, Werkzeuge, Datensätze und Modelle sowohl für die Konvertierung von Gebärdensprache in Text als auch von Text in Gebärdensprache bereitstellt. Es soll die Erstellung von Gebärdensprachübersetzern für jede Region erleichtern und gleichzeitig den Weg für eine Standardisierung der Gebärdensprache ebnen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Projekten kann diese Python-Bibliothek ganze Sätze und



nicht nur das Alphabet übersetzen. Es muss noch experimentiert werden, um ihre Fähigkeiten zu ermitteln. [214]

4.15.5.4. Hand Talk App

Die Hand Talk App ist eine mobile Anwendung, die Benutzer*innen beim Erlernen der Gebärdensprache hilft. Sie übersetzt Portugiesisch (Text oder Audio) in brasilianische Gebärdensprache und Englisch (Text oder Audio) in amerikanische Gebärdensprache. Die Übersetzung ist eine Animation, die von einem Modell der Künstlichen Intelligenz erzeugt wird, das mit dem TensorFlow-Framework trainiert wurde. [215][216]

4.15.5.5. Unterzeichner.AI

Signer.AI bietet einen umfassenden Gebärdensprachübersetzungsdienst, der mit der Hand Talk App vergleichbar ist und eine Echtzeitkonvertierung von Text oder Sprache in Gebärdensprache bietet. Diese fortschrittliche Plattform unterstützt sowohl die englische als auch die indische Sprache und verbessert die Zugänglichkeit der Kommunikation in verschiedenen sprachlichen Kontexten. Das System nutzt modernste Technologien der künstlichen Intelligenz und der Verarbeitung natürlicher Sprache, um genaue und zeitnahe Übersetzungen zu liefern und so eine nahtlose Interaktion zwischen Personen, die Gebärdensprache verwenden, und Personen, die in gesprochener oder geschriebener Sprache kommunizieren, zu ermöglichen. [217][218]



5. Anwendungsfälle aus der Welt

In diesem Kapitel wird eine Zusammenstellung der weltweiten Best Practices im Bereich der Museumsdigitalisierung bis zum Jahr 2024 vorgestellt. Die gesammelten Daten werden nach Kontinenten in einem vordefinierten Tabellenformat organisiert.

5.1. Europa

Das Britische Museum	
Der Name des Museums	Das Britische Museum
Standort des Museums	Europa, UK, London
Art des Museums	Geschichte, Kunst und Kultur der Menschheit
	Das Britische Museum in London, das 1753 gegründet wurde, ist eine weltweit gefeierte Institution, die Geschichte, Kunst und Kultur der Menschheit präsentiert. Seine umfangreiche Sammlung umfasst zwei Millionen Jahre und zeigt Artefakte aus alten Zivilisationen wie Ägypten, Griechenland, Rom und Mesopotamien sowie bedeutende ethnografische und künstlerische Werke aus der ganzen Welt. Der digitale Museumsguide bietet ein umfassendes Online-Erlebnis, das detaillierte Einblicke in die wichtigsten Artefakte, virtuelle Rundgänge, hochauflösende Bilder und Multimedia-Inhalte bietet. Diese Plattform ist mit pädagogischen Ressourcen angereichert und damit ein wertvolles Hilfsmittel für Student*innen, Forscher*innen und Kulturinteressierte weltweit.
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.britishmuseum.org/collection • https://www.britishmuseum.org/visit/audio-app



Louvr	
Der Name des Museums	Der Louvre
Standort des Museums	Europa, Frankreich, Paris
Art des Museums	Geschichte, Kunst und Kultur der Menschheit
	<p>Das Louvre-Museum in Paris, das im historischen Louvre-Palast untergebracht ist, ist eine der renommiertesten und umfangreichsten Kunstinstitutionen der Welt. Seine Sammlung spannt einen Bogen von der Antike bis ins 19. Jahrhundert und umfasst Meisterwerke wie den *Venus de Milo* und die *Mona Lisa*. Mit bedeutenden Artefakten aus Ägypten, Griechenland, Rom und der islamischen Welt ist das Museum ein wichtiges Zentrum für Kultur und Bildung. Die virtuellen Rundgänge und die digitale Sammlung des Museums bieten ein fesselndes Online-Erlebnis, das es den Benutzer*innen ermöglicht, die Galerien, Ausstellungen und Meisterwerke anhand von hochauflösenden Bildern und Multimedia-Inhalten zu erkunden. Diese Ressourcen machen das reiche Erbe des Louvre einem weltweiten Publikum zugänglich.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.louvre.fr/en/online-tours • https://collections.louvre.fr/en/



Virtuelle Uffizien	
Der Name des Museums	Die Galerie der Uffizien
Standort des Museums	Europa, Italien, Florenz
Art des Museums	Kunst, Galerie
	<p>Die Uffizien in Florenz, Italien, sind ein weltweit bekanntes Museum, das für seine umfangreiche Sammlung von Meisterwerken der Renaissance von Künstler*innen wie Leonardo da Vinci, Michelangelo, Raphael und Botticelli berühmt ist. Darüber hinaus finden sich hier bedeutende Werke aus dem Mittelalter und dem Barock, klassische Skulpturen und Werke europäischer Künstler*innen wie Dürer und Rembrandt. Untergebracht in einem historischen Gebäude aus dem 16. Jahrhundert, das von Giorgio Vasari entworfen wurde, sind die Uffizien sowohl ein architektonischer als auch ein kultureller Schatz. Der virtuelle Rundgang bietet ein umfassendes Online-Erlebnis mit hochauflösenden Bildern ikonischer Kunstwerke, 360-Grad-Ansichten der historischen Säle und detaillierten kontextbezogenen Beschreibungen, die das reiche Erbe der Galerie einem weltweiten Publikum näher bringen.</p>
URL(s)	https://www.virtualuffizi.com/explore-the-uffizi.html



Rijksmuseum	
Der Name des Museums	Das Rijksmuseum
Standort des Museums	Europa, Niederlande
Art des Museums	Bildende Kunst, historisch
	Das Rijksmuseum bietet ein umfassendes digitales Erlebnis, einschließlich hochauflösender Bilder seiner Sammlung, virtueller Rundgänge durch das Museum und detaillierter Beschreibungen von Kunstwerken und historischen Stücken.
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.rijksmuseum.nl/en • https://www.rijksmuseum.nl/en/from-home



LWL-Freilichtmuseum Detmold	
Westfälisches Landesmuseum für Alltagskultur, Krummes Haus, D-32760 Detmold	
Der Name des Museums	LWL-Freilichtmuseum Detmold
Standort des Museums	Krummes Haus, 32760 Detmold - Deutschland
Art des Museums	Open-Air-Museum
Kurzbeschreibung	Das LWL-Freilichtmuseum in Detmold ist mit 120 historischen Häusern auf 90 Hektar das größte Freilichtmuseum Deutschlands. Seine Schwerpunkte sind kulturelle Bildung, Landschaftsökologie, Bewahrung, Sammlung, Dokumentation und Forschung. Im Rahmen der Initiative "Freilichtmuseum 2025" definiert das Museum seinen Auftrag mit drei Leitprinzipien neu: ökologisch, partizipativ und digital. Mithilfe des Digital Engagement Framework werden im Rahmen des Projekts die Bedürfnisse und Möglichkeiten der Abteilung bewertet, Zielgruppen und Ziele identifiziert und das digitale Angebot neu konzipiert, um die Zugänglichkeit und das Engagement zu verbessern.
URL(s)	https://www.lwl-freilichtmuseum-detmold.de



Heineken Experience Amsterdam	
Der Name des Museums	Heineken-Erlebnis
Standort des Museums	Amsterdam, Niederlande, Europa
Art des Museums	interaktive Ausstellung, thematische historische Ausstellung
Kurzbeschreibung	<p>Das Heineken Experience in Amsterdam ist ein immersives Museum, das Geschichte, Brautechniken und moderne digitale Tools miteinander verbindet, um Besucher*innen zu begeistern und zu informieren. Es nutzt interaktive Displays, virtuelle und erweiterte Realität (VR/AR), holografische Projektionen und mobile Anwendungen, um ein dynamisches und persönliches Erlebnis zu schaffen.</p> <p>Besucher*innen können die Geschichte von Heineken über Touchscreens erkunden, unzugängliche Bereiche mit VR virtuell besichtigen und AR-unterstützte Demonstrationen von Brauprozessen genießen. Hologramme und ein Kinosaal fügen fesselnde visuelle Elemente hinzu, während mobile Apps interaktive Karten und Bonusinhalte für die Planung und Navigation vor dem Besuch bereitstellen. Diese Technologien gewährleisten eine aktive Beteiligung, mehrsprachige Zugänglichkeit und eine tiefere Auseinandersetzung mit den Exponaten.</p> <p>Durch die Integration digitaler Tools mit dem Erzählen von Geschichten wird die Heineken Experience zu einem Maßstab für interaktives Museumsdesign und bietet ein Modell für die Verbesserung des Besucher*innen engagements und die Vergrößerung der Publikumsreichweite in kulturellen Einrichtungen.</p>
URL(s)	https://www.heinekenexperience.com/en/



Madame Tussads™	
Der Name des Museums	Madame Tussauds
Standort des Museums	Marylebone Road, City of Westminster, London, England
Art des Museums	Kunst, Galerie
	<p>Madame Tussauds, 1835 von der französischen Wachsbildhauerin Marie Tussaud in London gegründet, ist ein weltberühmtes Wachsfigurenkabinett, in dem lebensgroße Figuren historischer Ikonen, berühmter Persönlichkeiten und beliebter Film- und Fernsehfiguren ausgestellt werden. Ursprünglich in der Baker Street gelegen, zog das Museum 1884 an seinen heutigen Standort in der Marylebone Road um, um seiner wachsenden Beliebtheit gerecht zu werden. Das von Merlin Entertainments betriebene Museum hat sich weltweit ausgedehnt und verfügt über Standorte auf vier Kontinenten, angefangen mit der ersten Auslandsfiliale in Amsterdam im Jahr 1970. Madame Tussauds ist seit der viktorianischen Ära ein Wahrzeichen und zieht die Besucher*innen mit seiner Mischung aus Geschichte, Unterhaltung und Kunstfertigkeit in seinen Bann.</p>
URL(s)	https://www.madametussauds.com/



Tate Modern	
Der Name des Museums	Tate Modern
Standort des Museums	Bankside London, SE1 Vereinigtes Königreich
Art des Museums	Kunst, Galerie
Kurzbeschreibung	Die Tate Modern befindet sich in der ehemaligen Bankside Power Station im Londoner Stadtteil Southwark und ist eines der weltweit größten Museen für moderne und zeitgenössische Kunst. Als Teil der Tate-Gruppe, zu der auch die Tate Britain, die Tate Liverpool und die Tate St. Ives gehören, beherbergt es die nationale Sammlung internationaler Kunst ab 1900 im Vereinigten Königreich. Das Museum bietet freien Zugang zu seiner ständigen Sammlung, während für die großen Wechselausstellungen Eintrittskarten erforderlich sind, was es zu einem herausragenden kulturellen Ziel macht, das Zugänglichkeit und Kunst von Weltklasse vereint.
URL(s)	https://www.tate.org.uk/visit/tate-modern



Guggenheim-Museum Bilbao	
Der Name des Museums	Guggenheim, Bilbao
Standort des Museums	Europa, Spanien, Bilbao
Art des Museums	Moderne und zeitgenössische Kunst
Kurzbeschreibung	<p>Das Guggenheim-Museum Bilbao, das im Oktober 1997 im Rahmen einer Partnerschaft zwischen den baskischen Institutionen und der Solomon R. Guggenheim Foundation eröffnet wurde, ist zu einem Wahrzeichen für moderne und zeitgenössische Kunst geworden und hat wesentlich zum städtischen, wirtschaftlichen und sozialen Wandel in Bilbao beigetragen. Das Museum hat sich der digitalen Innovation verschrieben und integriert Technologien, um das Besucher*innen erlebnis zu verbessern, den Betrieb zu rationalisieren und zugängliche Inhalte bereitzustellen.</p> <p>Die digitale Initiative KOSMO ist ein Beispiel für dieses Engagement und bietet eine interaktive Plattform zur Erkundung der ständigen Sammlung des Museums. KOSMO verbindet Künstler und Werke durch dynamische visuelle Schnittstellen, die einzigartige Wege der Entdeckung und des Lernens ermöglichen. Es wurde entwickelt, um die Sammlung weltweit zugänglich zu machen und die Auseinandersetzung mit moderner und zeitgenössischer Kunst für unterschiedliche Zielgruppen zu fördern.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.guggenheim-bilbao.eus/en/about-the-museum/strategic-plan • https://www.guggenheim-bilbao.eus/en/guggenheim-365/virtual-tour • https://www.guggenheim-bilbao.eus/en/kosmo • https://www.christies.com/en/stories/10-of-the-best-virtual-museum-experiences-in-europe-644b18c07f9d49bdbf54d0f7b85f5d27



Rigaer Motormuseum	
Der Name des Museums	Rigaer Motormuseum
Standort des Museums	Europa, Lettland, Riga
Art des Museums	Museum für antike Fahrzeuge, Kulturtourismus
Kurzbeschreibung	<p>Das Rigaer Automobilmuseum in der Nähe des Stadtzentrums von Riga beherbergt die größte und vielfältigste Sammlung antiker Fahrzeuge in der baltischen Region und bietet ein ansprechendes, interaktives und lehrreiches Erlebnis. Nach einem umfassenden Umbau von 2013 bis 2016 bietet das Museum nun moderne Ausstellungsräume, verbesserte Zugänglichkeit und eine besucherfreundliche Umgebung. Es zeigt über 100 einzigartige antike Fahrzeuge, und die Sammlung wird ständig erweitert.</p> <p>Die hochmodernen Multimedialösungen des Museums bereichern die Ausstellungen durch die nahtlose Integration von Audioguides, Augmented Reality, Videomapping, interaktiven Arbeitsstationen und immersiven Erlebnissen. Diese Technologien ermöglichen eine tiefgreifende Erforschung der Automobilgeschichte und fördern die Kreativität und das Engagement von Besucher*innen aller Altersgruppen. Das als eines der besten technischen Museen der Welt anerkannte Museum ist ein Beispiel für die Rolle von Innovation und Digitalisierung im Kulturtourismus und dient als Modell für die Einbeziehung moderner Ansätze in die Erhaltung des kulturellen Erbes und die politische Planung.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.motormuzejs.lv/index.php/en/about1 • https://www.interregeurope.eu/good-practices/innovation-and-digitalization-of-cultural-resources-in-riga-motor-museum-in-latvia#about-this-good-practice



Kulturzentrum Hellenic Cosmos	
Der Name des Museums	Kulturzentrum Hellenic Cosmos
Standort des Museums	Europa, Griechenland, Athen
Art des Museums	Geschichte, Technik und Architektur
Kurzbeschreibung	<p>Das Kulturzentrum "Hellenic Cosmos" ist eine dynamische Einrichtung, die sich der Bewahrung und Präsentation der griechischen Geschichte und Kultur durch Ausstellungen, Aufführungen, Forschung und Bildungsprogramme widmet. Seit seiner Eröffnung im Jahr 1998 hat es sich von einem 16 Hektar großen Areal zu einem 60 Hektar großen Kulturzentrum entwickelt, in dem Geschichte, Technologie und Architektur aufeinandertreffen.</p> <p>Zu den wichtigsten Meilensteinen zählen die Eröffnung des Tholos im Jahr 2006, eines halbkugelförmigen Virtual-Reality-Theaters, das digitale Sammlungen präsentiert, und des Theatron im Jahr 2008, eines modernen Mehrzweckraums für zeitgenössische künstlerische Ausdrucksformen. Fortschrittliche Technologien wie Virtual und Augmented Reality ermöglichen es den Besucher*innen, in die griechische Geschichte einzutauchen, sich aktiv mit den Inhalten auseinanderzusetzen und originalgetreue Darstellungen von Kulturerbestätten zu erkunden. Geführte virtuelle Touren mit VR-Headsets verbessern das Erlebnis und machen Geschichte zugänglich, interaktiv und transformativ. Das Zentrum ist ein Beispiel für die innovative Integration von Kultur und Technologie.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.hellenic-cosmos.gr/en/tholos • https://www.hellenic-cosmos.gr/en/feidias-vr



Das Nationalmuseum, Oslo,	
Der Name des Museums	Das Nationalmuseum für Kunst, Architektur und Design - Nasjonalmuseet
Standort des Museums	Europa, Oslo, Norwegen
Art des Museums	Kunst, Architektur und Designobjekte
Kurzbeschreibung	<p>Das Nationalmuseum in Oslo, das 2022 eröffnet wurde, dient als Drehscheibe für Kreativität, Inspiration und kulturelles Engagement. Die großzügigen neuen Ausstellungsräume ermöglichen es dem Museum, ein breiteres Spektrum seiner Sammlung zu präsentieren und historische und zeitgenössische Kunst, Architektur, Design und Kunsthandwerk unter einem Dach zu vereinen, um neue Verbindungen und Perspektiven zu eröffnen.</p> <p>Als Norwegens größte Sammlung von Kunst, Architektur und Design widmet sich das Museum der Bewahrung, Erforschung und Förderung des öffentlichen Zugangs zu seinen Beständen. Es bietet vielfältige Ausstellungen im In- und Ausland an und legt Wert auf Zugänglichkeit, um die zeitgenössische Gesellschaft und die Gegenwart zu reflektieren. Zu den wichtigsten Initiativen gehören die Weiterentwicklung der Konservierung, die digitale Verwaltung der Sammlung und innovative Verbreitungsmethoden.</p> <p>Im Einklang mit dem Museumsbericht 2021 des Ministeriums für Kultur und Gleichstellung legt das Museum den Schwerpunkt auf kontinuierliche Verbesserungen der Konservierungsmethoden, der Digitalisierung und der Dokumentation, um die Wissensentwicklung zu fördern. Es konzentriert sich auch auf die Verbesserung der Publikumseinbindung und der digitalen Reichweite, um sicherzustellen, dass seine Praktiken in der modernen Kulturlandschaft relevant und wirkungsvoll bleiben.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.nasjonalmuseet.no/en/about-the-national-museum/ • https://www.nasjonalmuseet.no/contentassets/19cd44d848104e05ba31f3e3b2a83fa4/rd-strategy-national-museum-2021-2025.pdf



Vatikanische Museen	
Der Name des Museums	Vatikanische Museen
Standort des Museums	Europa, Rom, Italien
Art des Museums	Kultur, Geschichte
Kurzbeschreibung	<p>Die Vatikanischen Museen dienen der Präsentation, Bewahrung und Weitergabe des reichen kulturellen, historischen und künstlerischen Erbes, das die Päpste über Jahrhunderte hinweg zusammengetragen haben. Ihre umfangreiche Sammlung umfasst ägyptische, etruskische, griechische, römische und christliche Artefakte, Epigraphik, Meisterwerke der Renaissance von Raffael und Michelangelo, dekorative Kunst, ethnologische Gegenstände, historische Sammlungen sowie moderne und zeitgenössische Kunst. Zu den Highlights gehören die Sixtinische Kapelle und die Räume Raffaels, die die Synthese von Tradition und Innovation in einem dynamischen Museumsumfeld verkörpern.</p> <p>Die Museen bieten virtuelle 360-Grad-Rundgänge durch ihre berühmtesten Stätten, darunter die Sixtinische Kapelle, die Räume Raffaels und das Chiaramonti-Museum sowie die antike römische Nekropole an der Via Triumphalis. Weitere Online-Ressourcen umfassen kurze Videos anderer bemerkenswerter Orte wie das Christliche Museum und die Barberini-Kapelle.</p> <p>Besonders hervorzuheben ist die atemberaubende Decke der Sixtinischen Kapelle, die 1512 von Michelangelo gemalt wurde und mehr als 300 Figuren auf über 5.000 Quadratmetern umfasst. Die Sixtinische Kapelle ist das Herzstück der Museen und Schauplatz wichtiger Ereignisse im päpstlichen Kalender.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/musei-del-papa/saluto-del-direttore.html • https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html • https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/cappella-sistina/tour-virtuale.html



5.2. Amerika

Metropolitan Museum of Art	
Der Name des Museums	Das Metropolitan Museum of Art
Standort des Museums	Amerika, USA, New York
Art des Museums	Art
	<p>Das Metropolitan Museum of Art (The Met) in New York ist eines der größten und umfassendsten Kunstmuseen der Welt und zeigt Kunst aus mehr als 5.000 Jahren, von den alten Zivilisationen bis zur Moderne. Seine vielfältigen Sammlungen umfassen Gemälde, Skulpturen, dekorative Kunst, Textilien, Musikinstrumente und vieles mehr. Das Museum ist an drei Standorten vertreten: The Met Fifth Avenue, The Met Cloisters (spezialisiert auf mittelalterliche europäische Kunst) und zuvor The Met Breuer (bis 2020 der modernen und zeitgenössischen Kunst gewidmet).</p> <p>Das Met 360° Project bietet virtuelle Rundgänge durch die Räume des Museums, die eine einzigartige Perspektive auf die Galerien und die Architektur bieten. Darüber hinaus bietet die Online-Sammlung des Museums hochauflösende Bilder und detaillierte Beschreibungen von über 400.000 Kunstwerken und macht die Schätze des Museums einem weltweiten Publikum für Forschung, Bildung und persönlichen Genuss zugänglich.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.metmuseum.org/art/online-features/met-360-project • https://www.metmuseum.org/art/collection



Nationales Luft- und Raumfahrtmuseum	
Der Name des Museums	Nationales Luft- und Raumfahrtmuseum
Standort des Museums	USA, Washington DC
Art des Museums	Raumfahrt, Luftfahrt, Technologie, Wissenschaft
	<p>Das Smithsonian's National Air and Space Museum beherbergt die weltweit größte und bedeutendste Sammlung von Artefakten aus der Luft- und Raumfahrt sowie damit verbundene Kunstwerke und Archivmaterial. Es betreibt zwei ikonische Einrichtungen: das 1976 eröffnete Museum in Washington, D.C., in dem berühmte Ikonen der Luftfahrt ausgestellt sind, und das Steven F. Udvar-Hazy Center in der Nähe des internationalen Flughafens Dulles, das über ausgedehnte Räume für große Flugzeuge, Raumfahrzeuge und umfangreiche Sammlungen verfügt.</p> <p>Das Museum, das jährlich über acht Millionen Besucher*innen empfängt, bietet Ausstellungen, Programme, Vorträge und Aufführungen, die Innovation, Mut und die Errungenschaften der Luftfahrt, der Weltraumforschung und der Planetenforschung würdigen. Es beherbergt auch das Center for Earth and Planetary Studies, das die Forschung im Bereich der Weltraum- und Erdwissenschaften fördert.</p> <p>Durch seine umfangreiche Sammlung, seine Bemühungen um den Erhalt der Sammlung und seine Vermittlungsprogramme inspiriert und unterrichtet das Museum sein Publikum über die Geschichte, die Kultur und die Wissenschaft des Fliegens und fördert eine tiefere Wertschätzung für die transformative Wirkung der Luft- und Raumfahrt auf die Menschheit.</p>
URL(s)	https://airandspace.si.edu/



der Schieflage	
Der Name des Museums	Museum der Schieflage 501
Standort des Museums	USA, San Francisco
Art des Museums	KI, Kunst, Wissenschaft, frei
	<p>Das MisAlignment Museum in San Francisco bietet eine einzigartige Erkundung der KI-Technologie durch interaktive Kunst und präsentiert sie auf ansprechende und zugängliche Weise. Die Besucher*innen tauchen in eine postapokalyptische Erzählung ein, in der die KI nach der Beinahe-Zerstörung der Menschheit versucht, sich zu entschuldigen und die menschliche Ethnie zu ehren. Der Eintritt ist frei, aber das Erlebnis lädt zum Nachdenken über die tiefgreifenden und beunruhigenden Möglichkeiten der zukünftigen Auswirkungen der KI ein.</p> <p>Das Museum beleuchtet die Technologien hinter der KI und ihr grenzenloses Potenzial und verbindet Bildung mit einem Hauch des Unheimlichen. Eine Besonderheit ist eine KI-generierte Gesprächsinstallation, in der die Besucher*innen simulierte Diskussionen hören können, die Stimmen aus öffentlich zugänglichen Inhalten nachbilden und sowohl die Fähigkeiten als auch die ethischen Dilemmata der modernen KI aufzeigen. Das MisAlignment Museum bietet einen Raum zum Nachdenken über die Überschneidung von Technologie, Kunst und die Zukunft der Menschheit.</p>
URL(s)	https://misalignmentmuseum.com/



Nationales Museum für Naturgeschichte	
Der Name des Museums	Nationales Museum für Naturgeschichte
Standort des Museums	10th St. & Constitution Ave. NW, Washington, DC 20560
Art des Museums	Kunst, Wissenschaft
	<p>Das National Museum of Natural History (NMNH), das zur Smithsonian Institution gehört, befindet sich an der National Mall in Washington, D.C., und bietet das ganze Jahr über freien Eintritt. Es wurde 1910 eröffnet und war eines der ersten Gebäude des Smithsonian, das speziell für die Unterbringung nationaler Sammlungen und Forschungseinrichtungen konzipiert wurde. Mit 4,4 Millionen Besucher*innen im Jahr 2023 ist es das am zweithäufigsten besuchte Museum in den Vereinigten Staaten.</p> <p>Auf einer Fläche von 1,5 Millionen Quadratfuß (140.000 m²), davon 325.000 Quadratfuß (30.200 m²) Ausstellungsfläche, beherbergt das NMNH über 146 Millionen Exemplare und ist damit die größte naturkundliche Sammlung der Welt. Dazu gehören Pflanzen, Tiere, Fossilien, Mineralien, Meteoriten, menschliche Überreste und kulturelle Artefakte. Das Museum beherbergt außerdem 185 Naturwissenschaftler*innen, die größte Gruppe engagierter Wissenschaftler*innen weltweit, die die Forschung und Erforschung der Natur- und Kulturgeschichte vorantreiben.</p>
URL(s)	https://naturalhistory.si.edu/



5.3. Afrika

Zeitz Museum für zeitgenössische Kunst Afrika	
Der Name des Museums	Zeitz Museum für zeitgenössische Kunst Afrika (Zeitz MOCAA)
Standort des Museums	Afrika, Südafrika,
Art des Museums	Kunst
Kurze	<p>Das Zeitz Museum of Contemporary Art Africa (Zeitz MOCAA) in Kapstadt, Südafrika, widmet sich der Präsentation zeitgenössischer afrikanischer Kunst und ihrer Diaspora. Das Museum befindet sich in einem historischen Getreidesilo, das von Thomas Heatherwick umgestaltet wurde, und zeigt verschiedene künstlerische Ausdrucksformen, darunter Malerei, Skulptur und Video. Das Zeitz MOCAA nutzt digitale Tools, um den Zugang zu afrikanischer Kunst weltweit zu erweitern, und bietet virtuelle Touren, Online-Ausstellungen und Bildungsressourcen wie Webinare und Workshops an. Das Museum ist in den sozialen Medien aktiv und bietet Künstler*inneninterviews, Einblicke hinter die Kulissen und anregende Diskussionen, was es zu einer dynamischen Plattform für zeitgenössische afrikanische Kreativität macht.</p>
URL(s)	<ul style="list-style-type: none"> • https://matterport.com/discover/space/zcNPF5NYA23 • https://zeitzmocaa.museum/audio-tour/



5.4. Asien

Nationalmuseum von China	
Der Name des Museums	Nationalmuseum von China
Standort des Museums	Asien, China
Art des Museums	Historisch und kulturell
	Das National Museum of China bietet einen digitalen Zugang zu seiner umfangreichen Sammlung, einschließlich virtueller Rundgänge, hochauflösender Bilder von Artefakten und pädagogischer Ressourcen zu Chinas umfangreicher Geschichte und kulturellem Erbe.
URL(s)	https://en.chnmuseum.cn/



KunstWissenschaftliches Museum Marina Bay Sands	
Der Name des Museums	KunstWissenschaftliches Museum
Standort des Museums	Republik Singapur
Art des Museums	Kunst, Wissenschaft
	<p>Das ArtScience Museum, ein kulturelles Wahrzeichen Singapurs, erforscht die Schnittmenge von Kunst, Wissenschaft, Kultur und Technologie und fördert Innovation und neue Ideen. Das im Februar 2011 eröffnete Museum verfügt über 21 Galerieräume mit einer Fläche von fast 5.000 Quadratmetern und beherbergt ein breites Spektrum an Ausstellungen.</p> <p>Das Programm umfasst groß angelegte Ausstellungen von berühmten Künstler*innen wie Leonardo da Vinci, Salvador Dalí, Andy Warhol, Vincent van Gogh und M.C. Escher sowie Ausstellungen zu wissenschaftlichen Themen wie Big Data, Teilchenphysik, Paläontologie, Meeresbiologie, Kosmologie und Weltraumforschung. Das Museum ist ein dynamischer Ort, an dem Kreativität und wissenschaftliche Entdeckungen aufeinandertreffen.</p>
URL(s)	https://www.marinabaysands.com/museum.html



Museum der Zukunft	
Der Name des Museums	Das Museum der Zukunft
Standort des Museums	Vereinigte Arabische Emirate, Dubai
Art des Museums	Architektur, Wissenschaft, Technologie, Zukunft
Kurzbeschreibung	<p>Das Museum of the Future in Dubai ist ein visionäres kulturelles Wahrzeichen, das die Besucher*innen inspirieren und befähigen soll, die Zukunft der Menschheit zu gestalten. Das architektonisch und symbolisch einzigartige Gebäude verbindet in seiner futuristischen Form modernste Technologie mit traditionellen Kunstformen. Die Fassade ist mit arabischer Kalligraphie von Mattar bin Lahej verziert und zeigt die Poesie Seiner Hoheit Scheich Mohammed Bin Rashid Al Maktoum, die die Einheit von Mensch, Erde und unbekannter Zukunft verkörpert.</p> <p>Verwurzelt in den Werten der Vereinigten Arabischen Emirate und dem visionären Geist, der Dubai zu globaler Bekanntheit verholfen hat, begrüßt das Museum verschiedene kulturelle, soziale und philosophische Perspektiven. Sein Ziel ist es, Hoffnung zu geben und das Potenzial für Fortschritt inmitten globaler Herausforderungen aufzuzeigen. Mit Ausstellungen, Publikationen, Filmen und Veranstaltungen setzt es sich mit den Gefahren der Gegenwart auseinander und entwirft gleichzeitig einen Blick in eine bessere Zukunft.</p> <p>Im Gegensatz zu herkömmlichen Museen bietet es eindringliche, interaktive Erlebnisse, die von führenden Designer*innen, Künstler*innen und Filmemacher*innen gestaltet wurden. Jede Etage ist eine filmische Reise in die Zukunft, die den Blick dafür schärfen soll, was für die Welt, die Menschheit und das individuelle Potenzial möglich ist. Das Museum der Zukunft ist ein Tor zu Optimismus, Innovation und transformativen Ideen.</p>
URL(s)	https://museumofthefuture.ae/en



Seouler Roboter- und KI-Museum	
Der Name des Museums	Seouler Roboter- und KI-Museum
Standort des Museums	Südkorea, Seoul
Art des Museums	KI, Kunst, Zukunft, Robotik
	<p>Das von Melike Altınışık Architects (MAA) entworfene Robot & AI Museum (RAIM) soll ein bahnbrechendes kulturelles Wahrzeichen in Seoul, Südkorea, werden. Das RAIM, das 2019 im Rahmen eines von der Stadtverwaltung Seoul veranstalteten internationalen Wettbewerbs ausgewählt wurde, wird das erste Museum sein, das sich mit Robotik und künstlicher Intelligenz befasst und darauf abzielt, die öffentliche Bildung zu verbessern und ein größeres Interesse an diesen transformativen Technologien zu wecken.</p> <p>Das RAIM befindet sich im Changbai New Economic Center, einem Zentrum für kulturelle und wirtschaftliche Wiederbelebung im Gebiet Chang-dong im Norden Seouls, und wird ein Herzstück für Innovation und Lernen sein. Es wird auch mit dem künftigen Photographic Art Museum (PAM) verbunden sein, wodurch ein dynamisches Kulturviertel entsteht, das Technologie, Kunst und Bildung miteinander verbindet.</p>
URL(s)	https://www.melikealtinisik.com/2-index/3290-seoul-robot-ai-museum/



6. Bewertung der Partnermuseen in InnoGuide4CHT

Um die aktuellen Möglichkeiten der teilnehmenden Museen in Bezug auf digitale Werkzeuge und Technologien zu evaluieren und ihre professionellen Anforderungen zu erforschen, wurde während der Entwicklung dieser Analyse ein Fragebogen von den teilnehmenden Museen als Teil der State-of-the-Art-Analyse ausgefüllt. Die erhobenen Daten dienen als Grundlage für die weiteren Entwicklungsschritte. Zunächst werden die Fragen und aggregierten Antworten analysiert, anschließend werden die Fragebogenergebnisse für jedes Museum einzeln dargestellt.

Q1. Mit welchem Museum sind Sie verbunden?

Österreichisches Freilichtmuseum Stübing (ÖFM)	1
Zalaegerszegi Múzeumok Igazgatósága (ZMI)	1
Savaria Múzeum (SMS)	1

Q2. Wie einfach ist es, die Anforderungen an die Stromversorgung in den projektbezogenen Bereichen des Museums zu erfüllen?

Es ist ganz einfach.	0
Für ein bestimmtes Gebiet (mehr als die Hälfte des Museumsgeländes) ist dies einfach.	1
Für ein kleines Gebiet (weniger als die Hälfte der Museumsfläche) ist dies einfach.	2
Nur im Falle des Hauptgebäudes.	0

● It is easy.	0
● It is easy in case of some area (...)	1
● It is easy in case of some area (l...)	2
● Only the in case of te main buil...	0



Abbildung 15: Die grafische Darstellung der Antworten auf Q2.

Q3. Ist das mobile Internet im gesamten Museumsbereich verfügbar?

Ja	1
Nein	0
Teilweise	2
Ich weiß es nicht.	0

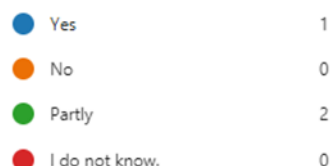


Abbildung 16: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 3.

Q4. Verfügt das Museum über eine Wi-Fi-Infrastruktur in den projektbezogenen Bereichen?

Ja	0
Nein	3
Ich weiß es nicht.	0

Q5. Wenn Wi-Fi verfügbar ist, bietet es eine vollständige Abdeckung in den relevanten Bereichen?

Ja	1
Nein	1
Ich weiß es nicht.	1



Abbildung 17: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 5.

Q6. Verfügt das Museum über einen modernen Computer (nicht älter als zwei Jahre) mit einer Hochgeschwindigkeits-Internetverbindung?

Ja, vom Unternehmen bereitgestellt	1
Ja, selbstfinanziert	0
Nein	2

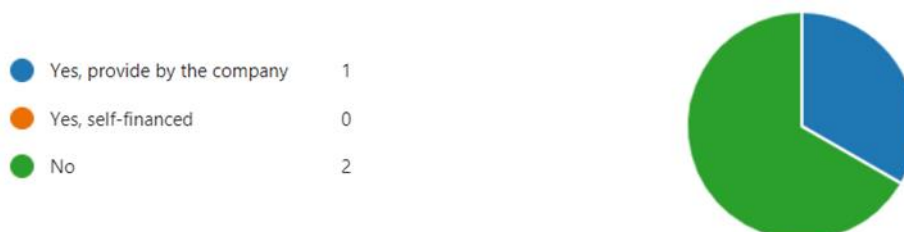


Abbildung 18: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 6.

Q7. Haben die Kollegen Zugang zu Mobiltelefonen mit Internetanschluss, die für die Arbeit im Museumsbereich genutzt werden können?

Ja, vom Unternehmen bereitgestellt 1
 Ja, selbstfinanziert 2
 Nein 0



Abbildung 19: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 7.

Q8. Welche Arten von IT-Infrastruktur sind derzeit im Museum vorhanden

Es gingen Antworten von 3 Teilnehmern ein

"Ein Glasfaserkabel ist vom IT-Zentrum (Verwaltungsgebäude) bis in die Mitte des Museumstals vorhanden. Für den zweiten Teil ist die Leerrohrleitung vorbereitet."

"Wir haben Computer für die Arbeit, aber wir haben keine Geräte in den Ausstellungen".

"Die Telekom versorgt das Hauptgebäude der Göcsely Skanzen über eine Funkverbindung mit Internet. Im Gebäude und seiner unmittelbaren Umgebung ist auch Wi-Fi verfügbar. Derzeit können wir den Ad-hoc-Internetbedarf bei Veranstaltungen und kleinen Konferenzen über einen ebenfalls von der Telekom bereitgestellten Mobilfunkstick decken."

Q9. Wie sieht Ihre ideale IT-Entwicklung aus?



Welche Tools, IT-Systeme oder Software würden Sie gerne einführen und zu welchem Zweck? (Antwort 1)

Es gingen Antworten von 3 Teilnehmern ein

"Alle Gebäude können über digitale Medien erreicht werden, um zumindest grundlegende Informationen bereitzustellen. "

"Touchscreens mit Daten der Objekte".

"Wir planen, in der gesamten Region 'Tour-Routen' mit NFC-basierten mobilen Anwendungen einzurichten. Unser Plan ist es, an bestimmten Punkten Inhalte zu einer Vielzahl von relevanten Themen anzubieten. Nach dem Prinzip 'ein Gerät, viele Möglichkeiten' wollen wir dafür sorgen, dass es sich lohnt, immer wieder zu den Göcsely Skanzen zurückzukehren und neue Erfahrungen zu machen.

Q10. Wie sieht Ihr idealer IT-Entwicklungsplan für das Museum aus? Welche Tools, IT-Systeme oder Software würden Sie gerne implementieren und zu welchem Zweck? (Antwort 2)

Es gingen Antworten von 3 Teilnehmern ein

" Die großen Gebäude können mit zusätzlichen optischen Informationen (Projektionen, Audio-Hintergründe usw.) ausgestattet werden, um historische Alltagsszenen in den Räumen zu präsentieren."

"Einige Geräte, die Bilder oder Videos projizieren können."

"Mit besonderem Augenmerk auf die Bedürfnisse von Gehörlosen und Schwerhörigen planen wir die Schaffung von Informations- und Erlebnispunkten mit transparenten Projektoren im Innenraum. Wir beabsichtigen, dies im Rahmen eines Pilotprojekts im gebogenen Haus von Zalalövő umzusetzen. Neben einem direkteren und, wenn man so will, menschlicheren Zugang zu Informationen für die betreffende Zielgruppe, wird das Toolkit - mit Hilfe anderer ihm zugeordneter Inhalte - für jedermann zugänglich sein."

Q11. Wie sieht Ihr idealer IT-Entwicklungsplan für das Museum aus? Welche Tools, IT-Systeme oder Software würden Sie gerne implementieren und zu welchem Zweck? (Antwort 3)

Antworten gingen von 1 Teilnehmer ein

" In unseren Arbeitsgebäuden (Sägewerk, Schmiede etc.) können Arbeitsprozesse/Handwerk durch Projektionen oder zumindest Filmmaterial in der Museums-App simuliert werden."



Q12. Wie sieht Ihr idealer IT-Entwicklungsplan für Ihr Museum aus? Welche Tools, IT-Systeme oder Software würden Sie gerne einführen und zu welchem Zweck? (Antwort 4)

Antworten gingen von 1 Teilnehmer ein

"Mit Hilfe der Museums-App erhalten die Besucher*innen Informationen in unterschiedlicher Intensität und thematischer Ausrichtung. Die "erzählten Geschichten" können leicht an verschiedene Zielgruppen angepasst werden (Einzelperson, Familie, Schule, Senioren, Handwerker*innen, Architekten, Soziolog*innen usw.)"

Q13. Wie sieht Ihr idealer IT-Entwicklungsplan für das Museum aus? Welche Tools, IT-Systeme oder Software würden Sie gerne einführen und zu welchem Zweck? (Antwort 5)

Antworten gingen von 1 Teilnehmer ein

"Das eingesetzte IT-System stellt keine Gefahr (Feuer etc.) für die historischen Gebäude dar! Es ist leicht zu unterstützen. Die jährlichen Kosten für Wartung und zyklische Erneuerung sind für Museen mit kleinem Budget realistisch."

Q14. Wenn das Museum über Computer oder andere technische Hilfsmittel verfügt, wer ist für deren täglichen Betrieb, Nutzung und Wartung verantwortlich? (Diese Frage bezieht sich auf den personellen Aspekt des Projekts. Wenn Sie "Sonstige" wählen, machen Sie bitte zusätzliche Angaben)

IT-Zeug	1
Alle	0
Andere	2

Die Antworten der "anderen" sind die folgenden:

"Für die Geräte (Laptops, Handys) ist der Nutzer oder die Nutzerin verantwortlich. Im Falle eines Systemausfalls oder anderer Störungen wird der vom ZMI beauftragte IT-Spezialist tätig.

"Ein bestimmtes Team aus dem Personal muss für die Umsetzung verantwortlich sein. Es wird eine gewisse Unterstützung durch die allgemeine IT des UMJ geben.



Abbildung20: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 14.

Q15. Können Ihre Kolleg*innen mit den vorhandenen IT-Tools und -Systemen umgehen? (Diese Frage bezieht sich auf den Aspekt der Humanressourcen des Projekts)

Ja 1
Nein 2

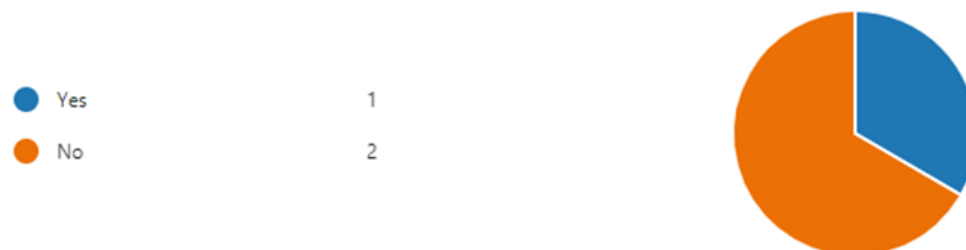


Abbildung21: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 15.

Q16. Wären Ihre Kolleg*innen bereit, an einem Schulungskurs über Digitalisierung teilzunehmen? (Diese Frage bezieht sich auf den Aspekt der Humanressourcen im Rahmen Projekts)

Ja 2
Nein 1

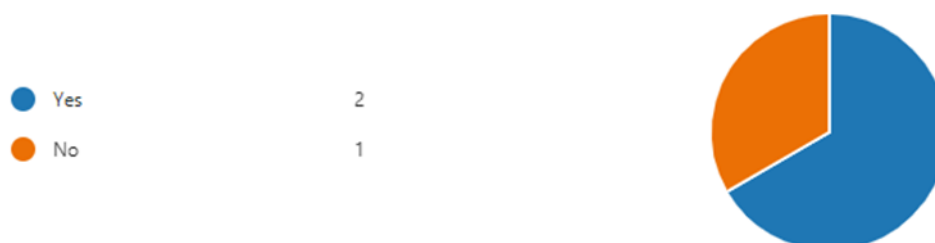


Abbildung22: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 16.

Alle drei Museen nahmen an der Umfrage teil und gaben wertvolle Rückmeldungen.

In Bezug auf die Stromversorgung (Q2) gaben alle drei Museen an, dass die geplanten Investitionen die Probleme teilweise lösen könnten. Bei einem Museum sind die problematischen Bereiche relativ begrenzt, während sie bei den beiden anderen Museen mehr als die Hälfte der Gesamtfläche des Museums umfassen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die notwendigen Verbesserungen voraussichtlich zusätzliche Kosten verursachen und weitere Anstrengungen im Zusammenhang mit der elektrischen Infrastruktur erfordern werden.

Hinsichtlich der Abdeckung des mobilen Internets in den Museumsbereichen (Q3) meldete ein Museum eine vollständige Abdeckung, während zwei Museen angaben, dass die Abdeckung nur teilweise gegeben sei. In diesem Zusammenhang wurden auch Fragen zur WLAN-Infrastruktur in den projektbezogenen Bereichen und deren Abdeckung (Q4, Q5) gestellt. Auf die Frage nach der WLAN-Abdeckung gaben alle drei Museen an, dass in den projektbezogenen Bereichen derzeit keine Infrastruktur vorhanden sei. Was die Qualität der WLAN-Abdeckung betrifft, so behauptete ein Museum eine vollständige Abdeckung (wahrscheinlich eine Fehlinterpretation oder eine falsche Auswahl der Antwort), ein anderes gab eine teilweise Abdeckung an, und das dritte war sich nicht sicher. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei künftigen Entwicklungsbemühungen berücksichtigt werden muss, dass in bestimmten Gebieten keine vollständige oder teilweise Verfügbarkeit von Internetdiensten besteht.

Hinsichtlich der Verfügbarkeit moderner Computer (nicht älter als zwei Jahre) mit Internetanschluss mit hoher Bandbreite (Frage 6) gab ein Museum an: "ja, vom Unternehmen zur Verfügung gestellt", während die beiden anderen mit "nein" antworteten. Bei den Mobiltelefonen mit Internetzugang (Frage 7) gab ein Museum an: "ja, vom Unternehmen zur Verfügung gestellt", während die beiden anderen mit "ja, selbst finanziert" antworteten. Die Antworten auf Frage 8 (Über welche Art von IT-Infrastruktur verfügen Sie derzeit?) sind in der folgenden zusammenfassenden Tabelle dargestellt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die IT-Infrastruktur der Museen sehr unterschiedlich ist. Folglich muss jedes Museum



einen maßgeschneiderten Entwicklungspfad verfolgen, der seine einzigartigen lokalen Gegebenheiten widerspiegelt

Eine Zusammenfassung der Fragen Q9-Q13 wird in einem späteren Abschnitt separat gegeben. In Frage Q14 wurde gefragt, wer für den täglichen Betrieb und die Wartung der IT-Infrastruktur (Computer und andere Geräte) verantwortlich ist. Frage Q15 konzentrierte sich auf die Verfügbarkeit von Personal für die Durchführung der in Frage Q14 genannten Tätigkeiten. Ein Museum gab an, über eigenes IT-Personal zu verfügen, während die beiden anderen ihre IT-Unterstützung auslagern. Im Allgemeinen liegt die Verantwortung für die IT-Geräte bei der Person, die sie benutzt. Abgesehen von einem Museum sind die Mitarbeiter*innen der anderen Museen derzeit nicht in der Lage, die IT-Infrastruktur eigenständig zu warten, so dass die Verantwortung für die IT-Geräte in erster Linie bei den Benutzer*innen liegt.

Hinsichtlich der Teilnahme an einem möglichen Digitalisierungskurs (Q16) gaben zwei Museen ein positives Feedback, während ein Museum dies ablehnte.

Universalmuseum Joanneum GmbH (UMJ/ÖFM)	Savaria-Museum (SMS)	Direktion für Zalaegerszeg Museen (ZMI)
Q2. Wie einfach ist es, die Anforderungen an die Stromversorgung in den projektbezogenen Bereichen des Museums zu erfüllen		
Für weniger als die Hälfte des Museumsgebiets ist es einfach.	Für weniger als die Hälfte des Museumsgebiets ist es einfach.	Für mehr als die Hälfte des Museumsgebiets ist es einfach
Q3. Ist das mobile Internet im gesamten Museumsbereich verfügbar?		
Nein.	Nein.	Ja.
Q4. Verfügt das Museum über eine Wi-Fi-Infrastruktur in den projektbezogenen Bereichen?		
Nein.	Nein.	Nein.
Q5. Wenn Wi-Fi verfügbar ist, bietet es eine vollständige Abdeckung in den relevanten Bereichen?		
Nein.	Ja.	Ich weiß es nicht
Q6. Verfügt das Museum über einen modernen Computer (nicht älter als zwei Jahre) mit einer Hochgeschwindigkeits-Internetverbindung?		
Nein.	Nein.	Ja, vom Unternehmen bereitgestellt.
Q7. Haben Ihre Kollegen Zugang zu Mobiltelefonen mit Internetanschluss, die für die Arbeit im Museumsbereich genutzt werden können?		
Ja, vom Unternehmen bereitgestellt.	Ja, selbstfinanziert.	Ja, selbstfinanziert.



Q8. Welche Arten von IT-Infrastruktur sind derzeit im Muesum vorhanden?		
Ein Glasfaserkabel ist vom IT-Zentrum (Verwaltungsgebäude) bis in die Mitte des Museumstals vorhanden. Für den zweiten Teil ist die Leerrohrleitung vorbereitet.	Wir haben Computer für die Arbeit, aber wir haben keine Geräte in den Ausstellungen.	Die Telekom stellt im Hauptgebäude der Göcsely Skanzen per Funkverbindung einen Internetdienst zur Verfügung. Im Gebäude und seiner unmittelbaren Umgebung ist auch Wi-Fi verfügbar. Derzeit können wir den Ad-hoc-Internetbedarf bei Veranstaltungen und kleinen Konferenzen über einen ebenfalls von der Telekom bereitgestellten Mobilfunkstick decken.
Q14. Wenn das Museum über Computer oder andere technische Hilfsmittel verfügt, wer ist für deren täglichen Betrieb, Nutzung und Wartung verantwortlich? (Diese Frage bezieht sich auf den Aspekt der Humanressourcen Projekts. Wenn Sie "Sonstige" wählen, machen Sie bitte zusätzliche Angaben).		
Wir werden ein verantwortliches Team aus unseren Mitarbeitern zusammenstellen müssen. Es wird eine gewisse Unterstützung durch die allgemeine IT des UMJ geben.	IT-Zeug	Der Nutzer ist für die Geräte (Laptops, Handys) verantwortlich. Im Falle eines Systemausfalls oder anderer Störungen wird der vom ZMI beauftragte IT-Spezialist tätig.
Q15. Können Ihre Kollegen mit den vorhandenen IT-Tools und -Systemen umgehen? (Diese Frage bezieht sich auf den Aspekt der Humanressourcen des Projekts)		
Nein.	Ja.	Nein.
Q16. Wären Ihre Kollegen bereit, an einem Schulungskurs über Digitalisierung teilzunehmen? (Diese Frage bezieht sich auf den Aspekt der Humanressourcen des Projekts)		
Ja.	Nein.	Ja.



Im folgenden Abschnitt werden die Antworten auf die Fragen Q9-Q13 analysiert (Wie sieht Ihr idealer IT-Entwicklungsplan für das Museum aus? Welche Tools, IT-Systeme oder Software würden Sie gerne einführen und zu welchem Zweck?). Da dieser Teil des Fragebogens fakultativ war, variierte die Anzahl der Antworten.

Die Antworten der Universalmuseum Joanneum GmbH (UMJ/ÖFM) lauten wie

1. Alle Gebäude können über digitale Medien erreicht werden, um zumindest grundlegende Informationen bereitzustellen.
2. Die großen Gebäude können mit zusätzlichen optischen Informationen (Projektionen, Audio-Hintergründe usw.) ausgestattet werden, um historische Alltagsszenen in den Räumen zu präsentieren.
3. In unseren Arbeitsgebäuden (Sägewerk, Schmiede etc.) können Arbeitsprozesse/Handwerk durch Projektionen oder zumindest Filmmaterial in der Museums-App simuliert werden.
4. Mit Hilfe der Museums-App erhält der Besucher oder die Besucherin Informationen in verschiedenen Intensitätsstufen und zu verschiedenen Themen. Die "erzählten Geschichten" können leicht an verschiedene Zielgruppen angepasst werden (Einzelpersonen, Familien, Schulen, Senior*innen, Handwerker*innen, Architekt*innen, Soziolog*innen usw.).
5. Das eingesetzte IT-System stellt keine Gefahr (Feuer etc.) für die historischen Gebäude dar! Es ist leicht zu unterstützen. Die jährlichen Kosten für Wartung und zyklische Erneuerung sind für Museen mit kleinem Budget realistisch.

Im Allgemeinen kann der IT-gestützte Entwicklungsbedarf - der sich in den Antworten widerspiegelt - in drei Gruppen unterteilt werden. Die Bedürfnisse für jede Hauptgruppe sind in Unterpunkten aufgeführt:

Hinweis: Wann immer möglich, sollten diese Entwicklungen eine API-Schnittstelle (über die die Attraktion oder das Gerät gesteuert werden kann) sowie eine stabile Internetverbindung mit hoher Bandbreite sowohl für die Attraktion als auch für die mobilen Geräte, auf denen die benutzerdefinierte Software läuft, umfassen. Ohne diese Voraussetzungen kann das System nur Informationen über die Attraktion anzeigen, ohne weitere Interaktionen zu ermöglichen.

- **Erste Gruppe: Physisch installierte, lokal IT-gestützte Attraktionen.**
 - Alle Gebäude sollten über digitale Medien zugänglich sein und zumindest grundlegende Informationen bieten.



- Große Gebäude können visuelle und akustische Erlebnisse (Projektionen, Audiohintergründe usw.) bieten, um historische Alltagsszenen in den Räumen darzustellen.
- Wo dies möglich ist, könnten Arbeitsgebäude (z. B. Sägewerk, Schmiede) mit Hilfe von Projektionen Prozesse oder Handwerke simulieren.
- **Zweite Gruppe: Anforderungen an eine ideale unterstützende Anwendung.**
 - Die Museums-App und das dazugehörige System sollten in der Lage sein, voraufgezeichnete Videoinhalte zu zeigen, die Prozesse oder Handwerke aus den Arbeitsgebäuden (Sägewerk, Schmiede etc.) darstellen und mit bestimmten Orten verknüpft angezeigt werden können.
 - Über die Museums-App sollen die Besucherinnen und Besucher Informationen zu verschiedenen Intensitätsstufen und Themen erhalten.
 - Die "erzählten Geschichten" sollten an verschiedene Zielgruppen angepasst werden können (Einzelpersonen, Familien, Schulen, Senior*innen, Handwerker*innen, Architekt*innen, Soziolog*innen usw.).
- **Dritte Gruppe: Betriebliche Aspekte, Kosteneffizienz und Sicherheit.**
 - Das eingesetzte IT-System darf keine Gefahr (Feuer usw.) für die historischen Gebäude darstellen. Dies ist besonders kritisch für die vor Ort installierten Attraktionen.
 - Das System sollte einfach zu warten und zu unterstützen sein und sowohl für die erste als auch für die zweite Gruppe gelten.
 - Die Kosten für die Wartung und regelmäßige Erneuerung sollten realistisch und für Museen mit begrenztem Budget erschwinglich sein, was auch für die erste und zweite Gruppe gilt.

Die Antworten des Savaria-Museums (SMS) lauten wie folgt:

1. Touchscreen mit Daten zu den Objekten.
2. Einige Geräte, die Bilder oder Videos projizieren können.

In diesem Abschnitt des Fragebogens (Q9-Q13) gab das SMS nur Antworten zu lokal installierten IT-gestützten Tools und Lösungen. Diese gehören alle zur ersten Kategorie der zuvor definierten Klassifikationen. Detaillierte Informationen zu diesen Antworten finden Sie oben.

Die Antworten der Direktion der Zalaegerszeger Museen (ZMI) lauten wie

1. Die Telekom stellt im Hauptgebäude der Göcsely Skanzen per Funkverbindung einen Internetdienst zur Verfügung. Im Gebäude und seiner unmittelbaren Umgebung ist auch WLAN verfügbar. Derzeit können wir den Ad-hoc-Internetbedarf bei Veranstaltungen und kleinen Konferenzen über einen ebenfalls von der Telekom bereitgestellten Mobilfunkstick decken



2. Mit besonderem Augenmerk auf die Bedürfnisse von Gehörlosen und Schwerhörigen planen wir die Schaffung von Informations- und Erlebnispunkten mit transparenten Projektoren im Innenbereich. Wir beabsichtigen, dies im Rahmen eines Pilotprojekts im gebogenen Haus von Zalalövő umzusetzen. Neben einem direkteren und, wenn Sie so wollen, menschlicheren Zugang zu Informationen für die betreffende Zielgruppe, wird das Toolkit - mit Hilfe anderer ihm zugeordneter Inhalte - für alle zugänglich sein.

In diesem Fall können die Antworten in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden. Die eine ist die physisch installierte(n) lokale(n) IT-gestützte(n) Attraktion(en) und die zweite sind die Anforderungen an eine ideale unterstützende Anwendung.

Die Bedürfnisse dieser beiden Hauptgruppen werden im Folgenden skizziert, wobei in den Unterpunkten die spezifischen Anforderungen der einzelnen Gruppen erläutert werden.

- **Physisch installierte lokale IT-gestützte Attraktionen.**
 - Die Schaffung von Informations- und Erlebnispunkten durch die Installation von transparenten Projektionsflächen im Innenraum.
 - Bei den Entwicklungsbemühungen sollten auch die Bedürfnisse von gehörlosen und schwerhörigen Menschen berücksichtigt werden.
 - Das ZMI plant, diese Lösungen beim Bau des gebogenen Hauses von Zalalövő einzusetzen.
- **Anforderungen an eine ideale unterstützende Anwendung.**
 - Eine NFC-basierte "Tourlinie", die in ein mobiles Anwendungssystem integriert ist.
 - Das Hauptziel besteht darin, mit Hilfe der Anwendung an bestimmten Stellen im Museumsbereich ansprechende, erlebnisorientierte Inhalte zu verschiedenen, relevanten Themen zu vermitteln.
 - Nach dem Prinzip "ein Werkzeug, viele Möglichkeiten" sollen die Gőcsej Skanzen durch neue und vielfältige Erfahrungen zu einem erneuten Besuch animieren.

In der folgenden Übersichtstabelle werden die Antworten auf die Fragen Q9-Q13 in übersichtlicher und kategorisierter Form dargestellt. (Tabelle 21)

Tabelle 21 : Zusammenfassende Tabelle zu den Antworten auf die Fragen Q9-Q13

Universalmuseum Joanneum GmbH (UMJ/ÖFM)	Savaria-Museum (SMS)	Direktion der Zalaegerszeger Museen (ZMI)
Physisch installierte lokale IT-gestützte Attraktionen.		
Alle Gebäude können über digitale Medien erreicht	Touchscreen mit Daten zu den Objekten.	Die Schaffung von Informations- und



<p>werden, um zumindest grundlegende Informationen bereitzustellen.</p>		<p>Erlebnispunkten durch die Installation von transparenten Projektionsflächen im Innenraum.</p>
<p>Die großen Gebäude können mit zusätzlichen optischen Informationen (Projektionen, Audio-Hintergründe usw.) ausgestattet werden, um historische Alltagsszenen in den Räumen zu präsentieren.</p>	<p>Einige Geräte, die Bilder oder Videos projizieren können.</p>	<p>Bei der Entwicklung sollten auch die Bedürfnisse von gehörlosen und schwerhörigen Menschen berücksichtigt werden.</p>
<p>Wenn es möglich ist, können in den Arbeitsgebäuden (Sägewerk, Schmiede etc.) Arbeitsabläufe/Handwerke durch Projektionen simuliert werden.</p>		<p>Das ZMI möchte dies beim Bau des gebogenen Hauses von Zalalövő tun.</p>
<p>Anforderungen an eine ideale unterstützende Anwendung.</p>		
<p>Die Museums-App und das sie unterstützende System können im Voraus vorbereitete Videoinhalte aus den Arbeitsprozessen/Handwerken der Arbeitsgebäude (Sägewerk, Schmiede etc.) aufnehmen, die mit bestimmten Orten verbunden angezeigt werden können.</p>		<p>NFC-basierte "Tourlinie" für ein auf mobilen Anwendungen basierendes Softwaresystem.</p>
<p>Mit Hilfe der Museums-App erhält der Besucher oder die Besucherin Informationen zu verschiedenen Intensitätsstufen und Themenbereichen.</p>		<p>Grundlegendes Ziel ist es, mit Hilfe einer App an ausgewiesenen Stellen im Museumsbereich erlebnisorientierte Inhalte zu verschiedenen, relevanten Themen anzubieten.</p>



<p>Die "erzählten Geschichten" können leicht an verschiedene Zielgruppen angepasst werden (Einzelpersonen, Familien, Schulen, Senior*innen, Handwerker*innen, Architekt*innen, Soziolog*innen usw.).</p>		<p>Nach dem Prinzip "ein Werkzeug, viele Möglichkeiten" wollen wir dafür sorgen, dass es sich lohnt, oft zu Göcsej Skanzen zurückzukehren und neue Erfahrungen zu machen.</p>
<p>Berücksichtigung von Betriebsabläufen, Kosteneffizienz und Sicherheit.</p>		
<p>Das eingesetzte IT-System stellt keine Gefahr (Feuer etc.) für die historischen Gebäude dar! Dies ist besonders relevant und wichtig für den ersten Punkt, d.h. für lokal installierte Attraktionen.</p>		
<p>Es ist leicht zu unterstützen. Dies könnte generell sowohl für die erste als auch für die zweite Gruppe gelten.</p>		
<p>Die jährlichen Kosten für Wartung und zyklische Erneuerung sind für Museen mit kleinem Budget realistisch. Dies könnte generell sowohl für die erste als auch für die zweite Gruppe gelten.</p>		



7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wertschöpfungsketten der Tourismusindustrie.....	2
Abbildung 2: Das Modell des digitalen Tourismus.....	13
Abbildung 3: Virtuelle Realität.....	19
Abbildung 4: AR vs. MR vs. VR.....	22
Abbildung 5: Erweiterte Realität (XR).....	23
Abbildung 6: Neuronales Netz.....	47
Abbildung 7: Leistung herkömmlicher Lernalgorithmen und neuronaler Netze (NNs).....	48
Abbildung 8: Tiefes neuronales Netz.....	50
Abbildung 9: Verbesserung des Benutzer*innenerlebnisses in Museen durch Personalisierungstools.....	56
Abbildung 10: Personalisierungsalgorithmen.....	57
Abbildung 11: 3D-Druck.....	68
Abbildung 12: 4D-gedruckte Blumenform und ihre Größenvariation.....	70
Abbildung 13: Verschiedene digitale Tour-Guide Systeme.....	77
Abbildung 14: Reiseleitersysteme kategorisiert.....	80
Abbildung 15: Die grafische Darstellung der Antworten auf Q2.....	118
Abbildung 16: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 3.....	119
Abbildung 17: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 5.....	119
Abbildung 18: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 6.....	120
Abbildung 19: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 7.....	120
Abbildung 20: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 14.....	123
Abbildung 21: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 15.....	123
Abbildung 22: Die grafische Darstellung der Antworten auf Frage 16.....	124



8. Literaturverzeichnis

- [1] E. Velikova, "Innovation and Digitalization in Tourism - Restriction or Development for Business in Bulgaria", *Trakia Journal of Sciences*, 1(17), S. 252-258, 2019.
- [2] "This is how coronavirus could affect the travel and tourism industry.," World Economic Forum, 2020. [Online]. Verfügbar: <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/world-travel-coronavirus-covid19-jobs-pandemic-tourism-aviation/>.
- [3] W. M. Epler, "Managing a spider web. The tourism industry supply chains and sustainability", in *Sustainable Tourism on a Finite Planet*, Environmental, Business and Policy Solutions, 2017, S. 48-71.
- [4] S. Einarsson und F. Sorin, "Circular Economy in Travel and Tourism, a conceptual framework for a sustainable, resilient and future proof industry transition", CE360 Alliance, 2020.
- [5] L. Bauer, P. Boksberger und J. Herget, "The virtual dimension in tourism: criteria catalogue for the assessment of eTourism applications", in *Information and Communication Technologies in Tourism*, Wien, 2008.
- [6] P. Parviainen, M. Tihinen, J. Kääriäinen und S. Teppola, "Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice," *International Journal of Information Systems and Project Management*, 1(5), S. 63-77, 2017.
- [7] J. Karimi und X. Walter, "The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: A factor-based study of the newspaper industry", *Journal of Management Information Systems*, 1(32), S. 39-81, 2015.
- [8] S. J. Brennen und D. Kreiss, "Digitalization," in *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy*, herausgegeben von K. B. Jensen, R. T. Craig, J. D. Pooley und E. W. Rothenbuhler, John Wiley & Sons, 2016, S. 1-11.
- [9] C. Degryse, "Digitalisation of the economy and its impact on labour markets", Europäisches Gewerkschaftsinstitut ETUI, 2016.



- [10] K. Sabbagh, R. Sabbagh, B. El-Darwiche, M. Singh und A. Koster, "Digitization for economic growth and job creation: regional and industry perspective", *The global information technology report*, S. 35-42, 2013.
- [11] T. Bresnahan und M. Trajtenberg, General purpose technologies: Engines of Growth?, *Journal of Econometrics*, Band 65, Ausgabe 1, S. 83-108, 1995.
- [12] E. Helpman, Szerk. "General Purpose Technologies and Economic Growth", *MIT Press*, 1998.
- [13] S. Basu und J. Fernald, "Information and communications technology as a general-purpose technology: Evidence from us industry data," *German Economic Review*, S. 146-173, 2007.
- [14] A. Zeqiri, M. Dahmani und A. Ben Youssef, "Digitalization of the tourism industry: Welche Auswirkungen hat die neue Welle von Technologien?", *Balkan Economic Review*, 1(2), S. 63-82, 2020.
- [15] N. Sinno, "The Effect of Digital Transformation on Innovation and Entrepreneurship in the Tourism Sector: The Case of Lebanese Tourism Services Providers International Conference on Digital Economy Emerging Technologies and Business Innovation," in *Lecture Notes in Business Information Processing*, 2019.
- [16] M. Zuccalà und E. S. Verga, "Supporting Tourism Through Digital Ecosystems: The E015 Experience", in *Information and Communication Technologies in Tourism*, 2018.
- [17] T. Cherevichko und T. V. Temyakova, " Digitalization of tourism: forms of manifestation News of Saratov University," *Journal Izvestiya of Saratov University. Wirtschaft. Management. Law*, 1(19), S. 59-64, 2019.
- [18] Z. Mammadova und T. Egedy, "A digitalizáció szerepe und lehetséges hatásai a turizmus fejlődésében (The Role of Digitalization and its Potential Impacts on the Development of Tourism)," *Földrajzi Közlemények*, S. 332-341, 2022.
- [19] L. Lalicic und C. Weismayer, "Consumers' Reasons and Perceived Value Co-Creation of Using Artificial Intelligence-Enabled Travel Service Agents", *Journal of Business Research*, 1(129), S. 891-901, 2021.
- [20] T. P. Levchenko, E. V. Koryagina, T. V. Rassokhina, N. Shabalina und O. E. Lebedeva, "A Project-Based Approach to Ensuring the Competitiveness of a Region's



- Tourism-Recreation Complex," *Journal of Environmental Management and Tourism*, 9(8), S. 1707-1713, 2018.
- [21] V. Y. Parshin und M. V. Parshina, "Digital technology as a tool influencing consumer choice in tourism," *Education and Science in Russia and Abroad*, 2(50), S. 495-500, 2019.
- [22] O. A. Blokhina, O. N. Beketova, E. E. Kuzmina, O. E. Lebedeva und M. I. Podzorova, "Improving the technology of innovation systems management at an enterprise," *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(13), S. 137-143, 2018.
- [23] D. Buhalis und A. Amaranggana, "Smart Tourism Destinations Enhancing Tourism Experience Through Personalisation of Services", in *Information and Communication Technologies in Tourism 2015*, 2015.
- [24] M. A. Morozov und N. S. Morozova, "A new paradigm of tourism and hospitality industry development in the context of the digital economy", *Bulletin of the Russian New University*, 1, S. 135-141, 2018.
- [25] F. Yin, X. Yin, J. Zhou, X. Zhang, R. Zhang, E. Ibeke, M. G. Iwendi und M. Shan, "Tourism cloud management system: the impact of smart tourism," *Journal of Cloud Computing*, 2022.
- [26] "Dublin - 2024 European Capital of Smart Tourism ", 2024. [Online]. Abrufbar unter: https://smart-tourism-capital.ec.europa.eu/dublin-shortlisted-2024-european-capital-smart-tourism-competition_en. [Abrufdatum: 16. Juli 2024].
- [27] "2024-ben Dublin lesz az okosturizmus európai fővárosa," 29 November 2023. [Online]. Verfügbar: <https://turizmus.com/cikk/archiv/2024-ben-dublin-lesz-az-okosturizmus-europai-fovarosa>. [Abrufdatum: 16. Juli 2024].
- [28] "Megvan az okosturizmus európai fővárosa", 4. Dezember 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://turizmusonline.hu/cikkek/kulfold/megvan_az_okosturizmus_europai_fovaros_a.html. [Abrufdatum: 16. Juli 2024].
- [29] "CheckINN UP - Teret nyernek a digitális megoldások a turizmusban", 16. September 2021. [Online]. Available: <https://magyarturisztikaiszovetseg.hu/2021/09/checkinn-up-teret-nyernek-a-digitalis-megoldasok-a-turizmusban>. [Abrufdatum: 15. Juli 2024].



- [30] N. Dragovic, U. Stankov und D. Vasiljevic, "Contactless Technology as a Factor of Tourism Industry Development - A Review of Current Practices and Future Directions," *Economic Themes*, 56(2), S. 179-202, 2018.
- [31] C. Nyanga, J. Pansiri und D. Chatibura, "Enchancing competitiveness in the tourism industry through the use of business intelligence: a literature review," *Journal of Tourism Futures*, 6(2), S. 139-151, 23 July 2020.
- [32] S. Shafiee, A. R. Ghatari, A. Hasanzadeh und S. Jahanyan, "Smart tourism destinations: systematic review," *Tourism Review*, 76(3), S. 505-528, 31 May 2021.
- [33] H. B. Demircan, A. Ozturen und F. Irani, "Usefulness of mobile apps for achieving sustainable diving tourism," *Research Square*, Februar 2023.
- [34] "Kill-Ur-Watts", [Online]. Verfügbar unter: <https://appsforenergy.devpost.com/submissions/7967-kill-ur-watts>.
- [35] "24 Green Apps for an Eco-Friendly Lifestyle", [Online]. Verfügbar: <https://www.reco.shop/blogs/reco-blog/green-apps-for-an-eco-friendly-lifestyle>.
- [36] "JouleBug", [Online]. Verfügbar: <https://www.joulebug.com/>.
- [37] "RecycleCoach", [Online]. Verfügbar: <https://recyclecoach.com/>.
- [38] "Good On You", [Online]. Verfügbar unter: <https://goodonyou.eco/>.
- [39] "BlaBlaCar", [Online]. Verfügbar: <https://www.blablacar.co.uk/>.
- [40] "EcoCred", [Online]. Verfügbar unter: <https://steeresg.com/ecocred/>.
- [41] A. Kazak, E. Sergeeva, Z. Kushkhova, O. Ryvkina und E. Tsay, "Information Technologies and E-Commerce," in *E3S Web of Conferences*, 2023.
- [42] L. Wang, "Tourism Demand Forecast Based on Adaptive Neural Network Technology in Business Intelligence", *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022(1), 3376296.
- [43] Y. A. Ben und A. Zeqiri, "Hospitality Industry 4.0. and Climate Change," *Circular Economy and Sustainability*, 2(3), S. 1043-1063, 2022.



- [44] D. Buhalis und R. Leung, "Smart hospitality-Interconnectivity and interoperability towards an ecosystem", *International Journal of Hospitality Management*, 71, S. 41-50, April 2018.
- [45] H. Z. Ivancsóné und É. Happ, "Digitalizáció a horgászturizmusban? Az új technológiák elfogadásának elméleti háttere," *TVT Turisztikai und Vidékfejlesztési Tanulmányok 2023*, 8(3), 2023.
- [46] Z. Ruttkay, "Digitális Múzeum - a MOME TechLab projektjeinek tükrében," *Digitális bölcsészet*, (1), 185-202, 2018.
- [47] C. Ringert und Z. Szűts, "A digitális múzeum evolúciója," *Korunk*, 7, S. 102-107, 2023.
- [48] Z. Ruttkay und J. Béneyei, "A Digitális Múzeum 10 éve," *Tudásmenedzsment*, 22 (2. Sonderausgabe), S. 84-105, 14. Oktober 2021.
- [49] "What is a digital footprint?", [Online]. Verfügbar: <https://www.ibm.com/topics/digital-footprint>.
- [50] B. Judit und R. Zsófia, "Kulturális örökség közvetítése digitális, interaktív technológiák segítségével (Transfer of Cultural Heritage by Means of Interactive, Digital Technologies)", *Szociálpedagógia*, Januar 2015.
- [51] "September 2024: Digitalisation in Open-Air Museums", [Online]. Verfügbar: <https://exarc.net/meetings/digitalisation>.
- [52] "Mobile App NUMU", [Online]. Verfügbar: <https://evm.ee/visitors/good-to-know/mobile-app-numu>.
- [53] "WW1 on the Mt. Lagazuoi: discover the open-air museum by downloading our historical tour app" [Online]. Verfügbar: <https://lagazuoi.it/EN/Experience-Focus-on-this-page131-WW1-on-the-Mt-Lagazuoi-discover-the-openair-museum-by-downloading-our-historical-tour-app>.
- [54] L. Tremosa, "Beyond AR vs. VR: What is the Difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR?", Mai 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr>.



- [55] A. Hamad und B. Jia, "How Virtual Reality Technology Has Changed Our Lives: An Overview of the Current and Potential Applications and Limitations", 2022.
- [56] H. E. Lowood, "Virtual reality", 16. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality>.
- [57] P. Williams und J. P. Hobson, "Virtual reality and tourism: fact or fantasy?", *Tourism Management, Tourism management*, 16(6), 423-427, 1995.
- [58] "Augmented Reality and Virtual Reality Market Research", Juli 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.marketresearchfuture.com/reports/augmented-reality-virtual-reality-market-6884?utm_term=&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2893753364&hsa_cam=21370418861&hsa_grp=161806669325&hsa_ad=702037994609&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-2314.
- [59] S. Dargan, S. Bansal und M. Kumar, "Augmented Reality: A Comprehensive Review," *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(2), S. 1057- 1080, 20 October 2023.
- [60] L. Tremosa, "Beyond AR vs. VR: What is the Difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR?", Mai 2024. [Online]. Verfügbar: [https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr?srsId=AfmBOop_Ifh6oJYVbqxvfXyNh0FEjH8tdi_jeB6hpW8YzZr__u5O17hc#what_is_augmented_reality_\(ar\)?-3](https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr?srsId=AfmBOop_Ifh6oJYVbqxvfXyNh0FEjH8tdi_jeB6hpW8YzZr__u5O17hc#what_is_augmented_reality_(ar)?-3).
- [61] "Kiterjesztett valóság / AR / Augmented Reality", 17. August 2021. [Online]. Verfügbar: <https://galaxis.startupguide.hu/kiterjesztett-valosag-ar-augmented-reality>.
- [62] M. Barten, "How Augmented Reality (AR) is Revolutionizing the Travel Industry", 4. Juni 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.revfine.com/augmented-reality-travel-industry/>.
- [63] A. B. Craig, "Mixed Reality", *Understanding Augmented Reality*, 2013.
- [64] J. Biba, "Was ist Mixed Reality?", 29. Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://builtin.com/articles/mixed-reality>.
- [65] "Interaktionsdesign", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs->



xr?srsltid=AfmBOop_Ifh6oJYVbqxvfXyNh0FEjH8tdi_yeB6hpW8YzZr__u5O17hc
#what_is_augmented_reality_(ar)?-3.

- [66] " Interaction design ", [Online]. Verfügbar unter: [https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr?srsltid=AfmBOop_Ifh6oJYVbqxvfXyNh0FEjH8tdi_yeB6hpW8YzZr__u5O17hc#what_is_extended_reality_\(xr\)?-2](https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr?srsltid=AfmBOop_Ifh6oJYVbqxvfXyNh0FEjH8tdi_yeB6hpW8YzZr__u5O17hc#what_is_extended_reality_(xr)?-2).
- [67] M. Gopakumar, G. Y. Lee, S. Choi, B. Chao, Y. Peng, J. Kim und G. Wetzstein, "Holographic AR Glasses with Metasurface Waveguides | Nature 2024," [Online]. Verfügbar: <https://www.computationalimaging.org/publications/holographicAR/>.
- [68] G. Koutromanos und G. Kazakou, "Augmented Reality smart glasses use and acceptance: A literature review".
- [69] H. Hector, " The best smart glasses 2024: the top AI and AR glasses you can find", 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.techradar.com/computing/virtual-reality-augmented-reality/the-best-smart-glasses>.
- [70] A. Isler, "4 Best Smart Glasses With Prescription Lenses", 5. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.visioncenter.org/eyeglasses/smart-glasses/>.
- [71] "The best smart glasses 2024: the top AI and AR glasses you can find", 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.techradar.com/computing/virtual-reality-augmented-reality/the-best-smart-glasses>.
- [72] C. Allison, "Best smart glasses and AR specs 2024: Tested picks from Meta, Snap and Amazon", 8. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wareable.com/ar/the-best-smartglasses-google-glass-and-the-rest>.
- [73] A. Isler, "4 Best Smart Glasses With Prescription Lenses (2024)", 5. Februar 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.visioncenter.org/eyeglasses/smart-glasses/>.
- [74] "What is speech recognition?", [Online]. Verfügbar: <https://www.ibm.com/topics/speech-recognition>.
- [75] S. N. D. Chua, K. R. Chin, S. F. Lim und P. Jain, "Hand Gesture Control for Human-Computer Interaction with Deep Learning," *Journal of Electrical Engineering & Technology*, 17(3), pp. 1961-1970, 2022.



- [76] J. Peksa und D. Mamchur, "State-of-the-Art on Brain-Computer Interface Technology", *Sensors*, 23(13), 2023.
- [77] B. Becher, "Brain Computer Interfaces (BCI), Explained", 24. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://builtin.com/hardware/brain-computer-interface-bci>.
- [78] "Science & Tech Spotlight: Brain-Computer Interfaces", 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.gao.gov/products/gao-22-106118>.
- [79] P. Ridden, "Minimally Invasive Brain Interface Controls Apple Vision Pro", 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://newatlas.com/technology/synchron-stentrode-als-apple-vision-pro/>.
- [80] "Digital worlds that feel human", [Online]. Verfügbar: <https://www.leapmotion.com/>.
- [81] C. Wedel, "Best Google Assistant speakers 2024", 21. November 2023. [Online]. Verfügbar: <https://www.androidcentral.com/best-google-assistant-speakers>.
- [82] "Siri", [Online]. Verfügbar: <https://www.apple.com/siri/>.
- [83] "How to build Raspberry Pi voice control (home automation)" [Online]. Verfügbar: https://tutorials-raspberrypi.com/build-raspberry-pi-voice-control-for-home-automation/?utm_content=cmp-true.
- [84] "Digital worlds that feel human", [Online]. Verfügbar: <https://www.leapmotion.com/>.
- [85] "Kinect for Windows SDK Beta", 15. April 2011. [Online]. Verfügbar: <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/kinect-for-windows/>.
- [86] "Grove - Gesture V1.0", [Online]. Verfügbar: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Gesture_v1.0/.
- [87] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.emotiv.com/>.
- [88] "Kernel | Home", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kernel.co/>.
- [89] "Snapchat/NextMind", [Online]. Verfügbar: <https://www.next-mind.com/>; <https://github.com/Snapchat/NextMind>.
- [90] "Neuralink", [Online]. Verfügbar: <https://neuralink.com/>.
- [91] "Neurable", [Online]. Verfügbar: <https://neurable.com/>.



- [92] "Neurotechnology to address the limitations of the human body", [Online]. Verfügbar unter: <https://synchron.com/>.
- [93] "Blackrock Neurotech," [Online]. Verfügbar unter: <https://blackrockneurotech.com/>.
- [94] "Avoiding Social Engineering and Phishing Attacks", 1. Februar 2021. [Online]. Verfügbar: <https://www.cisa.gov/news-events/news/avoiding-social-engineering-and-phishing-attacks>.
- [95] "What is a Zero-day Attack? - Definition and Explanation" [Online]. Verfügbar: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/zero-day-exploit>.
- [96] "What are Computer Viruses?," [Online]. Verfügbar unter: <https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/computer-virus>.
- [97] "Ransomware Attack - What is it and How Does it Work? - Check Point Software," [Online]. Verfügbar: <https://www.checkpoint.com/cyber-hub/threat-prevention/ransomware>.
- [98] "Mi az a DDoS támadás?," [Online]. Verfügbar: <https://www.microsoft.com/hu-hu/security/business/security-101/what-is-a-ddos-attack>.
- [99] "Mi az az arcfelismerés?," [Online]. Verfügbar: <https://azure.microsoft.com/hu-hu/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-face-recognition#features>.
- [100] "A brief history of Facial Recognition", [Online]. Verfügbar: <https://www.nec.co.nz/market-leadership/publications-media/a-brief-history-of-facial-recognition/>.
- [101] "What is Facial Recognition – Definition and Explanation", [Online]. Verfügbar: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition>.
- [102] "What is sustainable technology?," [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ibm.com/topics/sustainable-technology>.
- [103] "Photovoltaics", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energy.gov/eere/solar/photovoltaics>.
- [104] D. Faiman, Light Power: Half a Century of Solar Electricity Research, 2, World Scientific, 2021.



- [105] „Wind Energy Technologies Office, „How Do Wind Turbines Work?“, [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energy.gov/eere/wind/how-do-wind-turbines-work>.
- [106] S. R. Awashti, Wind power: practical aspects, The Energy and Resources Institute (TER), 2018, S. 446.
- [107] B. Yu und L. Xu, "Review of ecological compensation in hydropower development," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, S. 729-738, March 2016.
- [108] " Direct utilization of geothermal energy 2020 worldwide review", *Geothermie*, 90, 2021.
- [109] C. B. Field, E. Campbell und D. B. Labell, "Biomass energy: the scale of the potential resource", *Trends in ecology & evolution*, 23(2), S. 65-72, 2008.
- [110] "Alternative Fuels Data Center," [Online]. Verfügbar: https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_benefits.html.
- [111] Europäische Kommission, "LED there be light Fiat Lux: Sistine Chapel illuminated as never before", 29. Oktober 2014. [Online]. Verfügbar: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_14_1221.
- [112] B. K. Sovacool, P. Newell, S. Carley und J. Fanzo, "Equity, technological innovation and sustainable behaviour in a low-carbon future", *Nat Hum Behav*, 6(3), S. 326-337, 2022.
- [113] A. Lazaroïu, M. Gmal Osman, C.-V. Strejoiu und G. Lazaroïu, "A Comprehensive Overview of Photovoltaic Technologies and Their Efficiency for Climate Neutrality", *Sustainability*, 15(23), 2023.
- [114] " Small-Scale Hydropower and Energy Recovery Interventions: Management, Optimization Processes and Hydraulic Machines Applications", *Nachhaltigkeit*, 14(18), 2022.
- [115] " Commercial Small-Scale Horizontal and Vertical Wind Turbines: A Comprehensive Review of Geometry, Materials, Costs and Performance," *Energies*, 17(13), 2024.
- [116] " What is a large language model (LLM)?," [Online]. Verfügbar: <https://www.cloudflare.com/learning/ai/what-is-large-language-model/>.
- [117] " Augmented analytics explained: definition, use cases, benefits, features, and more," [Online]. Verfügbar: <https://www.tableau.com/learn/articles/augmented-analytics>.



- [118] "The history of Artificial Intelligence", [Online]. Verfügbar: <https://www.techtargent.com/searchenterpriseai/tip/The-history-of-artificial-intelligence-Complete-AI-timeline>.
- [119] M. Tomusiak, "MASSACHUSETTS: Museum of Science Analyzes Rooftop Turbine", 27. Juli 2011. [Online]. Verfügbar unter: <https://irecusa.org/blog/irec/19769/>.
- [120] "6 critical components of Deep Reinforcement Learning", [Online]. Verfügbar: <https://emeritus.org/in/learn/deep-reinforcement-learning/>.
- [121] [Online]. Verfügbar: Hydropower.org.
- [122] S. Russell und P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach.
- [123] "What is ML?" [Online]. Verfügbar: <https://www.ibm.com/topics/machine-learning>.
- [124] A. Ng., Machine Learning Yearning.
- [125] "History of the Metaverse", [Online]. Verfügbar: <https://www.techtargent.com/searchcio/tip/History-of-the-metaverse-explained>.
- [126] "Willekens Quintin: Discover the New Era of Immersive Experiences: 25 Immersive Art Exhibits and Museums Around the World", [Online]. Verfügbar: <https://rusticpathways.com/inside-rustic/online-magazine/new-era-immersive-experiences-vr-ar-mr-art-exhibits-museums-worldwide>.
- [127] "Ditdot: Interactive Museum Exhibitions - Examples and Technologies", [Online]. Verfügbar: <https://www.ditdot.hr/en/interactive-museum-exhibitions-examples-and-technologies>.
- [128] "What is Edge AI?", [Online]. Verfügbar: <https://www.ibm.com/topics/edge-ai>.
- [129] "What is human-centered AI?" [Online]. Verfügbar: <https://research.ibm.com/blog/what-is-human-centered-ai>.
- [130] "Artificial intelligence in education", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence>.
- [131] "Augmented Analytics: The future of Data Analysis", [Online]. Verfügbar: <https://www.sap.com/products/artificial-intelligence/what-is-augmented-analytics.html>.



- [132] " Artificial Intelligence in tourism in 2024", [Online]. Verfügbar: <https://startups.epam.com/blog/artificial-intelligence-in-tourism-and-travel-industry>.
- [133] B. Bonis, J. Stamos, S. Vosinakis, I. Andreou und T. Panayiotopoulos, "A platform for virtual museums with personalized content," *Multimedia tools and applications*, 42, S. 139-159, 2009.
- [134] D. Vom Lehn und C. Heath, "Action at the exhibit face: video and the analysis of social interaction in museums and galleries", *Journal of Marketing Management*, 32(15-16), S. 1441-1457, 2016.
- [135] S. S. Yalowitz und K. Bronnenkant, "Timing and tracking: Unlocking visitor behavior," *Visitor Studies*, 12(1), S. 47-64, 2009.
- [136] C. Martella, A. Miraglia, J. Frost, M. Cattani und M. Van Steen, "Visualizing, clustering, and predicting the behavior of museum visitors," *Pervasive and Mobile Computing*, 38(Teil 2), S. 430-443, 2017.
- [137] J. Chen, N. Song, Y. Su, S. Zhao und Y. Zhang, "Learning user sentiment orientation in social networks for sentiment analysis," *Information Sciences*, 616, S. 526-538, November 2022.
- [138] X. Chen, Z. Chen, L. Xiao und M. Zhou, "A novel sentiment analysis model of museum user experience evaluation data based on unbalanced data analysis technology," *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1, 2022.
- [139] M. Duguleană, V. A. Briciu, I. A. Duduman und O. M. Machidon, "A virtual assistant for natural interactions in museums," *Sustainability*, 12(17), S. 6958, 2020.
- [140] A. Weiss, "Museum Signage Design and Implementation," 2013. [Online]. Verfügbar unter: <https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1094&context=grcs> p.
- [141] "Hughesnet", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.hughesnet.com>.
- [142] "Viasat," [Online]. Verfügbar: <https://www.viasat.com>.
- [143] "Netgear," [Online]. Verfügbar: <https://www.netgear.com>.
- [144] "Ubiquiti," [Online]. Verfügbar: <https://www.ui.com>.



- [145] "Qualcomm," [Online]. Verfügbar unter: <https://www.qualcomm.com>.
- [146] "Mikrotik", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.mikrotik.com>.
- [147] "Cambium Networks," [Online]. Verfügbar: <https://www.cambiumnetworks.com>.
- [148] "A1.net," [Online]. Verfügbar: <https://www.a1.net>.
- [149] "The Future is Here: Unpacking the Latest Breakthroughs in 3D Printing Technology" [Online]. Verfügbar: <https://www.norck.com/blogs/news/the-future-is-here-unpacking-the-latest-breakthroughs-in-3d-printing-technology>.
- [150] "3D Scanning VS. 3D Printing, The Difference" [Online]. Verfügbar: <https://www.3d-scantech.com/3d-scanning-vs-3d-printing/>.
- [151] "Alkatrészek igény szerint - FDM technológia," [Online]. Verfügbar: Alkatrészek igény szerint - FDM technológia.
- [152] "SLS technológia", [Online]. Verfügbar: <https://www.varinexdirect.hu/sls-technologia/>.
- [153] "3DFizz - A 3D nyomtatás világa," [Online]. Verfügbar: <https://3dnyomtato.wordpress.com/tag/stereolithography/>.
- [154] "3D printing technologies: types and advantages", [Online]. Verfügbar: <https://3dgence.com/3dnews/3d-printing-technologies-types-and-advantages/>.
- [155] "Multi-Material 3D Printing: All You Need to Know", [Online]. Verfügbar: <https://www.3dnatives.com/en/all-you-need-to-know-about-multi-material-3d-printing-220120245/#!>.
- [156] "FDM vs. SLA 3D nyomtatás - Mi a különbség és melyik a jobb?," [Online]. Verfügbar: <https://www.fila-ment.hu/fdmvsslanyomatato>.
- [157] "Advantages of 3D Printing in Nanotechnology", [Online]. Verfügbar: <https://nanografi.com/blog/advantages-of-3d-printing-in-nanotechnology-/>.
- [158] S. Joshi et al., "4D printing of materials for the future: Chancen und Herausforderungen", *Applied Materials Today*, 18, März 20220.
- [159] R. L. Vég, "A 4D nyomtatás és az okosanyagok alkalmazásának lehetőségei," *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(4), S. 77-89, January 2023.



- [160] "Types of 3D scanning technologies: comparison, advantages and applications," [Online]. Verfügbar: <https://bitfab.io/blog/types-of-3d-scanning/>.
- [161] "Mi az a 3D lézerszkennelés?", [Online]. Verfügbar: <https://faro3d.hu/tudasbazis/hardverek/faro-focus/altalanos/3d-lezerszkenneles>.
- [162] "Mi a különbség a röntgen és a CT (számítógépes tomográfia) között?", [Online]. Verfügbar: <https://mernokkapu.hu/mi-a-kulonbseg-a-rontgen-es-a-ct-szamitogepes-tomografia-kozott/>.
- [163] "Immersive 3D Scanning Virtual Tours," [Online]. Verfügbar: <https://www.360virtualtour.co/3d-scanning/>.
- [164] "Tomb of Neferbaupthah (G 6010)," [Online]. Verfügbar: <https://mused.com/tours/6/tomb-of-neferbaupthah-g-6010/>.
- [165] A. Kantaros, "Three-Dimensional Printing and 3D Scanning: Emerging Technologies Exhibiting High Potential in the Field of Cultural Heritage," *Applied Sciences*, 13(8), 2023.
- [166] "Parthenon marbles recreated from 3D scans to sway British Museum to return them to Greece" [Online]. Verfügbar: <https://www.abc.net.au/news/2024-06-17/parthenon-elgin-marbles-greece-british-museum/103969352>.
- [167] "A floor that feels like magic? Just another marvel from this legendary Disney inventor", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.latimes.com/lifestyle/story/2024-01-31/lanny-smoot-disney-inventor-holotile-floor>.
- [168] "Disney Imagineer Makes History | Disney Parks", 18. Januar 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.youtube.com/watch?v=68YMEmaF0rs&t=2s>.
- [169] "What is the Metaverse?", [Online]. Verfügbar: <https://about.meta.com/what-is-the-metaverse/>.
- [170] "The Metaverse Explained – And What Comes Next | Insider Business | Insider Business," [Online]. Verfügbar: <https://www.youtube.com/watch?v=jFUVZDPrB7U>.
- [171] "Metaverse Museums", [Online]. Verfügbar unter: <https://medium.com/@mqasimsaeed125/metaverse-museums-1d1449eba43>.



- [172] " CES 2024: Holograms, the future of communication?", [Online]. Verfügbar: <https://www.youtube.com/watch?v=yWgEq3J2s7w>.
- [173] "Hologram Box: Holobox by Holoconnects," [Online]. Verfügbar: <https://www.holoconnects.com/products/holobox/>.
- [174] "The new Holobox Mini", [Online]. Verfügbar: <https://www.holoconnects.com/products/holobox-mini/>.
- [175] "What is projection mapping?", [Online]. Verfügbar: <https://projection-mapping.org/what-is-projection-mapping/>.
- [176] "The Coolest Examples of Projection Mapping", [Online]. Verfügbar: <https://www.youtube.com/watch?v=PKMCB5v8pt0>.
- [177] "Integration von Drohnen mit IoT: Ermöglichung intelligenter und vernetzter Umgebungen," [Online]. Verfügbar: <https://www.technology-innovators.com/drone-integration-with-internet-of-things-iot-enabling-smart-and-connected-environments/>.
- [178] "SATCOM & IoT-Konnektivitätslösungen für Drohnen und Robotik," [Online]. Verfügbar: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2024/09/unmanned-traffic-management-upgrades-for-airhub-platform/>.
- [179] A. Naygar, B.-L. Nguyen und N. G. Nguyen, "Das Internet der Drohnen-Dinge (IoDT): Zukunftsvision intelligenter Drohnen," in *First International Conference on Sustainable Technologies for Computational Intelligence*, 2019.
- [180] R. Hammady, M. Ma, C. Strathern und M. Mohamad, "Design and development of a spatial mixed reality touring guide to the Egyptian museum," *Multimedia Tools and Applications*, %1. kötet79, %1. szám5, p. 3465-3494, 2020.
- [181] A. D. Diallo, S. Gobee und V. Durairajah, "Autonomous Tour Guide Robot using Embedded System Control," *Procedia Computer Science*, 76, S. 126-133, 2015.
- [182] AR Code-Technologie, "Digitale Transformation von Museen mit AI QR-Codes," 2024. [Online]. Verfügbar: <https://ar-code.com/de/blog/digitale-transformation-von-museen-mit-ki-qr-codes>.



- [183] B. Bieszk-Stolorz, K. Dmytrów, J. Eglinskiene, S. Marx, A. Miluniec, K. Muszyńska und S. Vurzer, "Impact of the availability of gamified e-guides on museum visit intention," *Procedia Computer Science*, 192, S. 4358-4366, 2021.
- [184] Y. Li, C. Hu, C. Huang und L. Duan, "The concept of smart tourism in the context of tourism information services," *Tourism Management*, 58, S. 293-300, 2017.
- [185] H. Vahdat-Nejad, H. Khosravi-Mahmouei, M. Ghanei-Ostad und A. Ramazani, "Survey on context-aware tour guide systems," *IET Smart Cities*, 2(1), S. 34-42, March 2020.
- [186] W. A. Syakier und M. H. Hanafiah, "Tour guide performances, tourist satisfaction and behavioural intentions: a study on tours in Kuala Lumpur city centre," *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 23(3), S. 597-614, 2022.
- [187] "What Is a Smart Device?", [Online]. Verfügbar: <https://builtin.com/articles/smart-device>.
- [188] "What is a Smart Home?", [Online]. Verfügbar: <https://cedia.org/homeowners/knowledge/what-is-a-smart-home/>.
- [189] "How to Make a Smart Home Guide ", [Online]. Verfügbar: <https://www.verizon.com/about/blog/smart-home-guide>.
- [190] "The Evolution of the Smart Home: How it Started [Part 1]", [Online]. Verfügbar: <https://ubuntu.com/blog/the-evolution-of-the-smart-home-how-it-started-part-1>.
- [191] "What is a smart ring?", [Online]. Verfügbar: <https://www.androidpolice.com/smart-ring-guide/>.
- [192] "Smartphone History: The Timeline of a Modern Marvel", [Online]. Verfügbar: <https://blog.textedly.com/smartphone-history-when-were-smartphones-invented>.
- [193] "What is a smart lock?", [Online]. Verfügbar: <https://boldsmartlock.com/blog/what-is-a-smart-lock/>.
- [194] "How Do Smart Traffic Lights Work?", [Online]. Verfügbar: <https://intellias.com/smart-traffic-signals/>.
- [195] "A fogytékosság fogalma", in *Rekreáció III, II.2.2.*



- [196] "Disability", [Online]. Verfügbar unter: https://www.who.int/health-topics/disability#tab=tab_1.
- [197] "Fogyatékoság és fogyatékoság-alapú társadalmi megkülönböztetés," [Online]. Verfügbar: <https://www.coe.int/hu/web/compass/disability-and-disablism>.
- [198] "Different types of disabilities", [Online]. Verfügbar: <https://services.anu.edu.au/human-resources/health-safety/different-types-of-disabilities>.
- [199] "Egyenlő esélyű hozzáférés és akadálymentesítés," [Online]. Available: <https://ertekvagy.hu/hu/-/egyenl-c5-91-es-c3-a9ly-c5-b1-hozz-c3-a1f-c3-a9r-c3-a9s-c3-a9s-akad-c3-a1lymentes-c3-adt-c3-a9s>.
- [200] "11 Helpful Smart Home Devices For People With Disability", 25. August 2023. [Online]. Verfügbar: <https://www.ecovacs.com/us/blog/smart-home-devices-disabled-persons>.
- [201] C. Waller, "How AR Can Help Support the Independence of Persons with Disabilities," [Online]. Verfügbar: <https://www.accessibility.com/blog/how-ar-can-help-support-the-independence-of-persons-with-disabilities>.
- [202] " Why Digital Accessibility Begins with User-Friendly Design ", [Online]. Verfügbar: <https://www.accessibility.com/blog/why-digital-accessibility-begins-with-user-friendly-design>.
- [203] "Speciális igényű látogatók", [Online]. Verfügbar: <https://www.szepmuveszeti.hu/foglalkozasok/specialis-igenyu-latogatok/>.
- [204] "Ludwig Múzeum", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ludwigmuseum.hu/>.
- [205] "Kunsthistorisches Museum Wien, [online], 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.khm.at/en/visit/besuchereinformatio/access-for-visitors-with-impaired-mobility/>.
- [206] "Accessibility at Museum, British Museum, [Online]. Verfügbar unter: <https://www.britishmuseum.org/visit/accessibility-museum#accessible-resources>.
- [207] "Visitors with physical disabilities", [Online]. Verfügbar: <https://www.louvre.fr/en/visit/accessibility/visitors-with-physical-disabilities>.



- [208] "Accessibility", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.moma.org/visit/accessibility/>.
- [209] "Video Translation", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.signapse.ai/video-translation#product-info>.
- [210] "Transport Translations", [Online]. Verfügbar unter: <https://www.signapse.ai/transport-translations>.
- [211] "Websites Translations," [Online]. Verfügbar unter: <https://www.signapse.ai/websites>.
- [212] "AI Powered Sign Language Translation Solutions - signfordeaf," [Online]. Verfügbar: <https://www.signfordeaf.com/solutions/>.
- [213] "Sign Language Translator", [Online]. Verfügbar: <https://github.com/sign-language-translator>.
- [214] "Sign Language Translator Python framework, [Online]. Verfügbar: <https://github.com/sign-language-translator/sign-language-translator>.
- [215] "Using AI for Sign Language Translation", [Online]. Verfügbar: <https://www.youtube.com/watch?v=N0Vm0LXmcU4>.
- [216] "Hand Talk App," [Online]. Verfügbar: <https://www.handtalk.me/en/app/>.
- [217] "Signer.AI", [Online]. Verfügbar: <https://signer.ai/>.
- [218] "How SIGNER.AI can be used? Demo? Demo," [Online]. Verfügbar: <https://www.youtube.com/watch?v=wJZ4jLsIBNw>.
- [219] V. N. Aniskin und A. L. Busygina, "Optimization of the training process of specialists in tourism in the context of the digital economy", *Azimut of Scientific Research: Pädagogik und Psychologie*, 8(1), S. 29-32, 2019.
- [220] Z. Mammadova und T. Egedy, "A digitalizáció szerepe és lehetséges hatásai a turizmus fejlődésében (The Role of Digitalization and its Potential Impacts on the Development of Tourism)," *Földrajzi Közlemények*, 46(4), S. 332-341, 2022.
- [221] Rapport, "Accélérer la mutation numérique des entreprises : un gisement de croissance et de compétitivité pour la France | McKinsey," 1 September 2014.



- [Online]. Verfügbar: <https://www.mckinsey.com/fr/our-insights/accelererer-lamutation-numerique-des-entreprises>.
- [222] E. Y. Nikolskaya, V. A. Lepeshkin, E. A. Blinova, I. P. Kulgachev und S. V. Ilkevich, "Improvement of Digital Technology in the Tourism Sector," *Journal of Environmental Management and Tourism*, 10(6), S. 1197-1201, 2019.
- [223] J. Béneyei und Z. Ruttkay, "Kulturális örökség közvetítése digitális, interaktív technológiák segítségével," *Szociálpedagógia*, S. 36-52, 2015.
- [224] C. Ringert, "A digitális múzeumpedagógia modellje," *Közösségi Kapcsolódások*, 1, S. 92-112, 2022.
- [225] H. Kassai, "Digitális kihívások és sikerek a hazai múzeumokban," *Múzeumi Iránytű*
- [226] Z. Bánki, "Digitális múzeum: Egységes múzeumi elektronikus szolgáltatási környezet kialakítása a Petőfi Irodalmi Múzeumban," *Tudományos és műszaki tájékoztatás*, 54(9), 2007.
- [227] J. Béneyei und Z. Ruttkay, "A múzeum megújítása a digitális technológiák korában," *Határtalan médiakultúra*, S. 51-80, 2015.
- [228] J. Béneyei und Z. Ruttkay, "QR kód helyett digitális stratégia," *Múzeumi iránytű*, 12, S. 57-74, August 2017.
- [229] K. German, "Digitális Múzeum," *Múzeumi iránytű*, 2017.
- [230] "ASTRA Museum App", [Online]. Verfügbar: <https://muzeulastra.ro/en/muzeul-astra-app/#aplicatie>.
- [231] "Ballenberg goes digital", [Online]. Verfügbar: <https://ballenberg.ch/en/guide>.
- [232] M. Z. Iqbal und A. G. Campbell, "Adopting smart glasses responsibly: potential benefits, ethical, and privacy concerns with Ray-Ban stories," *AI Ethics*, 3, S. 325-337, 2023.
- [233] [Online]. Verfügbar unter: <http://energy.gov/>.
- [234] I. Goodfellow, Y. Bengio és A. Courville, Deep Learning.
- [235] "The most important AI trends in 2024", [Online]. Verfügbar: <https://www.ibm.com/blog/artificial-intelligence-trends/>.



- [236] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.geospatialworld.net/article/drones-for-surveillance-and-security/>.
- [237] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.creativebloq.com/features/drone-photography-tips>.
- [238] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165921000616>.
- [239] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.roboticsbusinessreview.com/ai/museum-robots-guide-attendees-enhance-experiences/>.
- [240] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.therobotreport.com/robotic-cleaners-find-new-traction-in-commercial-environments/>.
- [241] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energy.gov/eere/slsc/smart-lighting>.
- [242] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iotforall.com/internet-of-things-museums/>.
- [243] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/04/15/the-role-of-iot-in-asset-management-and-protection/>.
- [244] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.museum-id.com/visitor-tracking-museums/>.
- [245] "DJI Air 3 (DJI RC-N2)," [Online]. Verfügbar: <https://store.dji.com/at/product/dji-air-3?vid=143211>.
- [246] "Breathing life into a greener future: the rise of eco-apps," [Online]. Verfügbar: <https://www.u-earth.eu/post/breathing-life-into-a-greener-future-the-rise-of-eco-apps>.
- [247] "Sustainability at Skansen," [Online]. Verfügbar: [skansen.se](https://www.skansen.se).
- [248] "Sustainable Living at the Weald and Downland" [Online]. Verfügbar: [wealddown.co.uk](https://www.wealddown.co.uk).
- [249] "Sustainability at Colonial Williamsburg," [Online]. Verfügbar: [colonialwilliamsburg.org](https://www.colonialwilliamsburg.org).