

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abbildungsverzeichnis.....	2
1. Einleitung.....	4
1.1 Einführung in das Thema.....	4
1.2 Problemstellung und Relevanz.....	4
1.3 Zielsetzung und Forschungsfrage.....	7
2. Theoretischer Hintergrund.....	7
2.1 Überblick von digitalen Technologien in Museen.....	7
2.2 Besuchererfahrung in Museen.....	9
3. Methodik.....	12
3.1 Beschreibung der Literaturrecherche.....	12
3.2 Methodische Vorgehensweise bei der Fallstudie.....	12
3.3 Erstellung der Prototypen.....	13
3.4 Evaluationsmethoden.....	14
4. Fallstudie Ausstellung „Nordsee-Sanatorium Villa Ludwig“.....	14
4.1 Aktueller Stand der Inhalte und digitalen Technologien.....	14
4.2 Herausforderungen und Verbesserungsvorschläge.....	18
5. Entwicklung des Relief-Ausstellungsbereiches.....	21
5.1 Techniken zur 3D-Modellierung.....	21
5.2 Erstellung des Relief-Modells.....	22
5.3 Erstellung des Animationsfilms.....	30
5.4 Integration der Komponenten in die Ausstellung.....	33
6. Entwicklung der Website.....	34
6.1 Anforderungen und Features.....	34
6.2 Gestaltung und Designkonzept.....	35
6.3 Technische Umsetzung.....	40
7. Künstliche Intelligenz für Video und Audio.....	44
7.1 Videoinhalte für Informationsdisplays.....	44
7.2 Audioguide.....	45
7.3 Integration der Komponenten in die Ausstellung.....	46
8. Auswertung und Analyse.....	48
8.1 Umfragen.....	48
8.2 Schlussfolgerung und Ausblick.....	53
9. Quellenverzeichnis.....	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Besucherzahlenentwicklung in Museen seit 1990.....	5
Abbildung 2: Virtual Reality im Museumskontext.....	8
Abbildung 3: Digital Guide.....	8
Abbildung 4: The Landmaker Snap Lens.....	11
Abbildung 5: AR-Installation.....	11
Abbildung 6: Audioguide Nordsee-Kurpark.....	15
Abbildung 7: Wetter- und Klimaaanalyse Nordsee-Kurpark.....	16
Abbildung 8: Klima-Therapie Nordsee-Kurpark.....	16
Abbildung 9: Ausstellungsdisplays.....	17
Abbildung 10: Ausstellung Raum 1.....	17
Abbildung 11: Ornamentrelief, ursprünglich am Nordsee-Sanatorium.....	19
Abbildung 12: Vereinswebsite des Nordsee-Kurparks.....	20
Abbildung 13: Referenzbild in Photoshop.....	23
Abbildung 14: iPhone 3D-Scan Solid.....	23
Abbildung 15: iPhone 3D-Scan Material Preview.....	23
Abbildung 16: Blender, Ornamentstück, Edge-Modelling.....	24
Abbildung 17: Blender, Ornamentstück, drei Dimensionen.....	24
Abbildung 18: Blender, fertiges Ornamentstück.....	24
Abbildung 19: Blender, Ornamentstück zerteilt mit Steckverbindungen.....	25
Abbildung 20: Ultimaker Cura, Druckeinstellungen.....	26
Abbildung 21: Ender-3, erfolgreicher Druck.....	27
Abbildung 22: Ender-3, gescheiterter Druck.....	27
Abbildung 23: Ender-3 3D-Druck, Extruder verstopft.....	27
Abbildung 24: Ender-3 3D-Druck, Extruder Reinigung.....	27
Abbildung 25: Dremel DigiLab 3D Slicer.....	28
Abbildung 26: Extruderkörper verzogen.....	29
Abbildung 27: Dremel DigiLab 3D45 3D-Drucker.....	29
Abbildung 28: Druckobjekt uneben.....	29
Abbildung 29: 3D-Druck uneben.....	29
Abbildung 30: Teile des Ornamentstückes.....	30
Abbildung 31: Teile des Ornamentstückes zusammengeklebt.....	30
Abbildung 32: Ornamentstück mit Farbe.....	30
Abbildung 33: Animationsfilm, Blender, Grünfläche.....	31
Abbildung 34: Animationsfilm, Blender, GPencil.....	32
Abbildung 35: Animationsfilm, finaler Frame.....	33
Abbildung 36: Ornamentstücke, Aufhängevorrichtung.....	33
Abbildung 37: 3D-Modell und Animationsfilm in der Ausstellung.....	34
Abbildung 38: Website-Design, Moodboard.....	37
Abbildung 39: Website-Design, Sitemap.....	38
Abbildung 40: Website-Design, Computer-Format.....	39
Abbildung 41: Website-Design, Mobile-Format.....	40
Abbildung 42: npm run build.....	42

Abbildung 43: .htaccess-Datei.....	43
Abbildung 44: Webserver Verzeichnis.....	43
Abbildung 45: LumaLabs, Ideas.....	44
Abbildung 46: Final Cut Pro X, Infovideos.....	45
Abbildung 47: ElevenLabs, Text to Speech.....	46
Abbildung 48: Ausstellung, Informationsvideos.....	47
Abbildung 49: Ausstellung, Infotafel-Abschnitt mit Audio QR-Codes.....	47
Abbildung 50: Digitale Umfrage, Frage 1.....	48
Abbildung 51: Digitale Umfrage, Frage 2.....	48
Abbildung 52: Digitale Umfrage, Frage 3.....	49
Abbildung 53: Digitale Umfrage, Frage 4.....	49
Abbildung 54: Digitale Umfrage, Frage 5.....	49
Abbildung 55: Analoge Umfrage, Frage 1.....	51
Abbildung 56: Analoge Umfrage, Frage 2.....	51
Abbildung 57: Analoge Umfrage, Frage 3.....	51
Abbildung 58: Analoge Umfrage, Frage 4.....	51
Abbildung 59: Analoge Umfrage, Frage 5.....	52
Abbildung 60: Analoge Umfrage, Frage 6.....	52

1. Einleitung

1.1 Einführung in das Thema

Der technische Fortschritt schreitet rasant voran aufgrund der Globalisierung, der Vernetzung durch das Internet und der Digitalisierung. Diese Entwicklungen bieten Vorteile, die die Wirtschaft ankurbeln und das Bildungsniveau der Gesellschaft steigern können. So wurde der weltweite Zugang zu Wissen und Bildung durch Online-Bildungsplattformen oder Forschungsdatenbanken ermöglicht.

Mit dieser Entwicklung wurde in den letzten Jahrzehnten eine digitale Wirtschaft geschaffen. Diese ermöglicht neue Geschäftsmodelle wie Amazon, Google oder Uber, die unser heutiges Leben revolutioniert haben und uns mehr Komfort bieten. Jetzt ermöglicht uns künstliche Intelligenz das Ausschöpfen von neuem Potential, welches die technische Entwicklung steigern lässt (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2023).

Auch Kultureinrichtungen, die einen Bildungsanspruch erheben, haben diese Entwicklung gespürt.

Zum Erwerb von Wissen wurden bisher meist klassische Hilfsmittel wie Texttafeln oder Schaubilder genutzt. Dadurch beschränkte man den Besucher auf eine passive Empfängerrolle, die wenig Interaktion und Personalisierung bot.

Heutzutage gibt es Augmented oder Virtual Reality Brillen, Displays und Interaktive Touchscreens mit Kurzfilmen, interaktiven Karten oder Animationen, Audio-Guides, Web-Apps mit unterschiedlichsten Features, 3D Scan und Drucktechnologien und noch weitaus mehr. Mit diesen Techniken hat man die Möglichkeit nicht nur eine, sondern mehrere Dimensionen des Wissenserwerbs zu nutzen.

Die Medieninformatik befasst sich mit vielen dieser digitalen Technologien, die in der letzten Zeit mehr und mehr an Relevanz gewinnen. Dies ermöglicht den Einsatz digitaler Medien als Mittel zur Bildung. Somit wird das passive Beobachten, wie es bei traditionellen Museumsbesuchen üblich war, in ein interaktives Lernen umgewandelt.

1.2 Problemstellung und Relevanz

Viele Museen haben das Problem, eine große Bandbreite von unterschiedlichen Besuchergruppen ansprechen zu müssen. Dies betrifft insbesondere Menschen mit Beeinträchtigung oder Jugendliche. Hinzu kommt, dass die Aufmerksamkeitsspanne in den letzten Jahren abgenommen hat. Dies macht es für Museen noch schwieriger, Besucher zu begeistern und abzuholen.

Traditionellen Museen fehlt es meistens an Interaktivität. Somit werden nur passive und keine aktiven Erlebnisse geboten.

Es gibt weniger Spielraum für individuelle Interessen. Viele Museen bieten standardisierte Inhalte an, ohne diese an die speziellen Bedürfnisse verschiedener Besuchergruppen wie Kinder, Erwachsener oder Fachkundige anzupassen.

Traditionelle Museen haben zudem Zugangsbarrieren. Häufig sind die analogen Texttafeln nur in einer oder wenigen Sprachen abgefasst. Dies schränkt die Erfahrung von internationalen Besuchern ein. Auch Menschen mit Behinderung stehen oft nur begrenzte Angebote zur Verfügung. Mit der Möglichkeit, auf Audioguides zuzugreifen, können dagegen auch blinde Besucher die Ausstellung miterleben.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass traditionelle Museen größere Schwierigkeiten haben, vor allem komplexe Inhalte für die breite Masse zu vermitteln. Also müsste durch die vielen neuen Möglichkeiten der Digitalisierung, welche die Museen spannender und zugänglicher machen, die Zahl von Museumsbesuchern erheblich gestiegen sein.

Um das herauszufinden, kann man sich die Anzahl der Museumsbesuche in Deutschland anschauen. Im Jahr 1991 gab es rund 92,4 Mio. Museumsbesuche (Institut für Museumsforschung, 1992, S. 7). Im Jahr 2019, ein Jahr vor dem Ausbruch der Corona-Pandemie in Deutschland, wurden 117 Mio. Museumsbesucher gezählt (Rahemipour & Grotz, 2021, S. 11). Das bedeutet einen Anstieg von 26,62%.

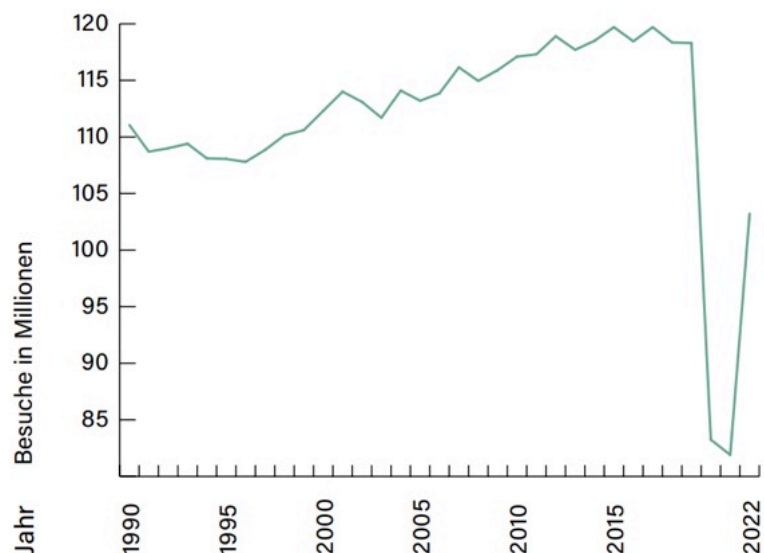


Abb. 1: Besucherzahlenentwicklung in Museen seit 1990 (Rahemipour & Grotz, 2021, S. 12)

Die Ankünfte in Beherbergungsstätten betrugen im Jahr 1991 insgesamt 75,4 Mio. (Statistisches Bundesamt, 1992, S. 75), 2019 waren es 190.9 Mio. (Statistisches Bundesamt, 2020). Dies entspricht einem Anstieg von etwa 153,18%.

Auch die Gesamtbevölkerung Deutschlands ist in den letzten Jahren gestiegen. So waren es 1991 80.2 Mio. und 2019 83.2 Mio (Statistisches Bundesamt, 2024). Dies bedeutet einen Anstieg von 3.74%.

Zudem lag das BIP pro Kopf in Deutschland 1991 bei 19.902€, bis 2019 stieg dieses auf 42.541€ (Statista Research Department, 2024). Dies entspricht einem Anstieg von 113,75%.

Wie man sieht, ist die Zahl von Museumsbesuchen in den letzten Jahren gestiegen. Vergleicht man aber diesen Anstieg mit dem der Ankünfte internationaler Touristen von 153,18%, sowie dem Bevölkerungswachstum in Deutschland von 3.74% und dem BIP-Anstieg pro Kopf von 113,75% müsste die Zunahme an Museumsbesuchen in einem deutlich höheren Bereich als die gemessenen 26,62% liegen.

Dies bedeutet trotz des Besucheranstiegs in den Museen einen deutlich geringeren Zuwachs im Vergleich zu den positiven Entwicklungen in den Bereichen Tourismus, Bevölkerungswachstum, wirtschaftlichem Wohlstand sowie Digitalisierung. Dies deutet darauf hin, dass die Museen ihr Potenzial, von diesen Trends zu profitieren, noch nicht vollständig ausgeschöpft haben.

2019 haben 2.061 deutsche Museen an der Befragung „Nutzung des Sammlungskonzeptes für die strategische Planung“ teilgenommen (Rahemipour & Grotz, 2021, S. 159).

61,7% der Museen gaben die „Schließung von Sammlungsstücken“ an, eine Aussage, die veranschaulicht, wie viele Museen gezielt Ausstellungsobjekte in diesem Jahr erworben oder gesammelt haben.

60,3% der Museen gaben „Maßnahmen zur Erschließung (Inventarisierung, Digitalisierung)“ an. Eine Aussage die zeigt, wie viele Museen Ausstellungsobjekte systematisch erfasst und katalogisiert oder diese in digitale Formate umgewandelt haben.

50,7% der Museen gaben „Maßnahmen zur Erhaltung (Restaurierung)“ an.

35,8% gaben die „Entwicklung von Infrastruktur (z.B. Depots)“ an.

Dies bedeutet, dass wenige digitale Medien erstellt und genutzt werden. Es wird nach wie vor großer Wert auf Exponate gelegt. Wie die Umfrage zeigt, erfordern diese zahlreiche Maßnahmen zur Erhaltung, die darüber hinaus kostspielig und aufwändig sind. Auch die Entwicklung von Infrastruktur wird durch diese nicht entlastet. Laut Umfrage investiert mehr als ein Drittel der Museen in Infrastruktur wie zum Beispiel Depots. Das hat unter anderem den Grund, dass die Archive für die Exponate einen regelmäßigen Ausbau und Modernisierung benötigen, um eine sichere und angemessene Aufbewahrung zu gewährleisten.

Trotz der Möglichkeiten, durch digitale Medien Wissen zu vermitteln, nutzen viele Museen wenige dieser Technologien. Somit hat man viele Exponate, die aufgrund von Restaurierung und Depots kostenintensiv sind. Im Vergleich dazu sind die unterschiedlichen digitalen Medien nicht so kostspielig, dafür abwechslungsreicher und interaktiver.

Museen sind sehr wichtig. Sie haben nicht nur einen wirtschaftlichen Nutzen, indem sie Teil der Tourismusbranche sind. Sie sind ein wichtiger Bestandteil unserer Gesellschaft und Kultur.

Durch Museen wird die kulturelle Identität und Zusammengehörigkeit gestärkt. Sie sorgen dafür, dass vergangene Kulturen, Geschichten und Traditionen erhalten bleiben und auch zukünftigen Generationen Zugang dazu haben. Zudem fördern sie

das Verständnis für die eigene Geschichte, sowie für die Vielfalt und das Erbe anderer Kulturen.

Es wird Bildung und Wissen vermittelt. Museen sind Orte des Lernens. Durch interaktive Ausstellungen und Führungen fördern sie die Neugier und das kritische Denken der Besucher.

Kreativität und Inspiration werden gefördert. Besucher können in unterschiedliche Welten wie Kunst, Wissenschaft oder Geschichte eintauchen und ihre Interessen an verschiedenen Themen entdecken. Dies ermöglicht dem Besucher, über das Bekannte hinauszudenken.

Museen sind viel mehr als nur Aufbewahrungsorte für Kunst und Geschichte. Sie sind Orte, um die Vergangenheit besser zu verstehen, die Gegenwart zu reflektieren und Schlussfolgerungen zu ziehen, die die Zukunft verbessern. Somit tragen Museen einen unverzichtbaren Beitrag zur Entwicklung unserer Gesellschaft bei, der dringend erhalten und gefördert werden muss (Deutscher Museumsbund e.V., 2020).

1.3 Zielsetzung und Forschungsfrage

Heutzutage gelingt es vielen Museen immer noch nicht, alle Besuchergruppen gleichermaßen anzusprechen und einzubeziehen. Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, wie man mit Hilfe von Ansätzen aus der Medieninformatik Lösungen finden kann, die Museen interaktiver, ansprechender und zugänglicher machen. Wie viel Aufwand ist mit diesen Techniken für Museen verbunden und gibt es dabei Methoden, die besonders attraktiv für den Besucher sind?

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Überblick von digitalen Technologien in Museen

In der digitalen Entwicklung von Museen hat sich viel getan.

Wenn man sich alte Bilder von Museen ansieht und diese mit heute vergleicht, sieht man meist große Unterschiede.

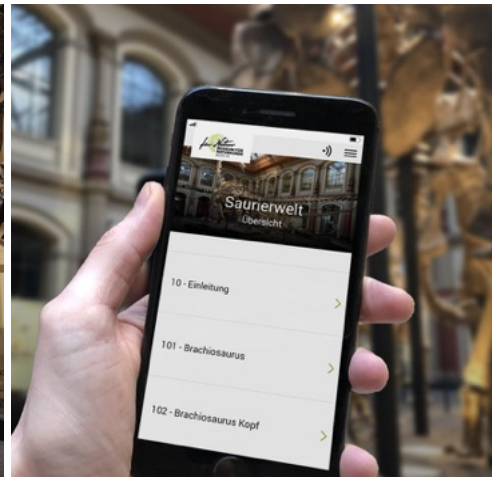
Zum Beispiel im Museum für Naturkunde in Berlin.

Im Jahr 1990 hatte das Museum nur eine Sammlung von Fossilien, Skeletten und Exponate, wobei die Informationen zu den jeweiligen Stücken auf analogen Informationstafeln standen (Museum für Naturkunde, o. D.).

Heutzutage ist das Museum mit Displays, 3D-Modellen und -Animationen, Touchscreens, Virtual- und Augmented-Reality, Hologrammen, einem hauseigenen Kino und einer digitalen Forschungsdatenbank ausgestattet.



*Abb. 2: Virtual Reality im Museumskontext
(Museum für Naturkunde, o. D.)*



*Abb. 3: Digital Guide (Museum
für Naturkunde, o. D.)*

Oder auch das Louvre-Museum in Paris.

Noch vor wenigen Jahrzehnten konzentrierte sich das Museum auf die traditionelle Präsentation der Kunstwerke und bot nur physische Besucherführungen an. Heutzutage bietet das Museum eine umfassende Online-Sammlung mit mehr als 482.000 Kunstwerken sowie virtuelle Touren, Augmented Reality und 3D-Technologie, Modernisierte Audioguides, Podcasts und Multimedia-Stationen (Louvre, o. D.).

Wie man an den Beispielen sieht, gibt es eine große Anzahl an Möglichkeiten Technologien zu nutzen, um die Wissensaneignung der Besucher zu fördern. Dabei erweisen sich bestimmte Innovationen aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften als besonders geeignet.

Durch den Einsatz von Augmented Reality ist es möglich, mit AR-Brillen oder auch dem Smartphone in die reale Umgebung digitale Inhalte zu integrieren.

Ähnlich funktioniert Virtual Reality. Damit ermöglicht man dem Besucher, vollständig in eine rein digitale Welt einzutauchen. Beide Ansätze sind besonders attraktiv für junge Zielgruppen und fördern das Lernen durch interaktive Erlebnisse.

Auch interaktive Apps mit verschiedenen Features können zur Wissensaneignung dienen. Zum Beispiel Web-Apps für einen digitalen Rundgang mit zusätzlichen Informationen, Kurzfilmen und Bildern oder einem Audio-Guide, der den Besucher auditiv durch das Museum führt. Solch ein Ansatz kann besonders junge Besuchergruppen oder Experten ansprechen. Zudem fördert es auch die Mehrsprachigkeit und die Barrierefreiheit.

Mit Hilfe von Displays und Touchscreens lassen sich digitale Informationsanzeigen, Filme, Bilder, Audiodateien und interaktive Spiele präsentieren. Diese Inhalte lassen sich bei Bedarf flexibel anpassen oder austauschen, etwa wenn sich die Ausstellung verändert. Durch das digitale Medium wird so die Besuchererfahrung intensiver und die Erfahrung kann für den Besucher spannender gestaltet werden.

3D-Scan und -Druck ermöglichen es, digitale und physische Repliken von Artefakten zu erstellen. Dies ist besonders attraktiv für nicht zugängliche oder zerbrechliche Objekte, die sonst nicht ausgestellt werden können. Dies verbessert die Besuchererfahrung und erhöht die Zugänglichkeit für blinde oder sehbehinderte Besucher, beispielsweise durch fühlbare Modelle.

Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz werden Chatbots in Museen verbessert. KI kann aber auch noch für viele weitere Aspekte genutzt werden, wie zum Beispiel Besucher-Interaktionen oder das Interpretieren und Auswerten von komplexen Daten. Dies kann zur Personalisierung des Museumsbesuches beitragen.

Durch Holographien und Projektionstechniken können Exponate zum Leben erweckt werden. Dies kann für Besucher ein visuell beeindruckendes Erlebnis schaffen und das Erklären von komplexen Konzepten vereinfachen.

Internet of Things- und Sensor-Technologien ermöglichen es, Echtzeitdaten zu erfassen und anzupassen. So werden beispielsweise Temperatur und Luftfeuchtigkeit oder Beleuchtungen reguliert, um die perfekten Raum-Bedingungen für die Besuchererfahrung zu ermöglichen (Deutscher Museumsbund e. V, 2019).

2.2 Besuchererfahrung in Museen

Positive Besuchererfahrungen sind sehr wichtig für Museen. Sie animieren Besucher mehr und häufiger Museen zu besuchen, was wiederum Wissensaneignung für mehr Menschen bedeutet. Aber was ist Besuchererfahrung?

Besuchererfahrung umfasst alle Eindrücke und Erlebnisse, die ein Besucher während seines Aufenthaltes sammelt. Dazu gehören die Interaktion mit den ausgestellten Objekten, die Atmosphäre des Museums, die Art und Weise der Informationsvermittlung sowie die persönliche Ansprache und Betreuung durch das Museumspersonal.

Besuchererfahrung von Museen umfasst aber nicht nur die Ausstellung vor Ort, sondern kann sich auch auf eine externe, digitale Ebene erstrecken. So können Besucher über das Internet zum Beispiel virtuelle Rundgänge besuchen. Dies bietet viele Vorteile, wie zum Beispiel die Möglichkeit, sich von zuhause aus das zur Verfügung gestellte Wissen anzueignen.

Durch solche Websites gelangen Besucher allerdings nur an digitale Inhalte, wohingegen vor Ort die physische und digitale Welt zusammenkommen.

Trotzdem ist die digitale Präsenz von Museen im Internet sehr wichtig geworden. Die Besuchererfahrung spielt auf dieser Ebene fast eine wichtigere Rolle als die vor Ort. Die Staatlichen Museen zu Berlin (SMB) haben mit dem Projekt „Visitor Journeys neu gedacht“ über einen Zeitraum von einem halben Jahr in unterschiedlichen Häusern der SMB Umfragen und Tiefeninterviews durchgeführt. Man fand heraus, dass sich die meisten Besucher über das Internet für ein Museum entscheiden, welches sie dann physisch besuchen (Staatliche Museen zu Berlin, 2019). Also müssen Museen über einen digitalen Auftritt das Interesse von Besuchern wecken.

Was trägt auf Websites zu einer positiven Besuchererfahrung bei?

Intuitive Navigation und Benutzerfreundlichkeit spielen eine wichtige Rolle. Eine klare Struktur vereinfacht es für den Besucher, sich durch die Seite zu navigieren. Dies schafft man unter anderem durch eine benutzerfreundliche Menüführung und nicht zu überladene Seiten.

Hochwertige visuelle Gestaltung ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Durch die Abwechslung von Text, Bildern und Videos können Websites das Interesse von Besuchern wecken und zur ästhetischen Erfahrung beitragen.

Interaktive Elemente können zu einer positiven Besuchererfahrung führen. Durch zum Beispiel Quizze, 360-Grad-Ansichten oder Augmented-Reality-Features kann weiter Abwechslung in die Seiten mit eingebaut werden. Außerdem wird dadurch der Besucher vom passiven zum aktiven Lernen motiviert.

Personalisierte Inhalte können attraktiv sein, besonders wenn man unterschiedliche Besuchergruppen ansprechen möchte. Um so etwas zu erreichen, kann eine Website zum Beispiel wie folgt strukturiert sein: Eine Übersichtsseite mit kurz zusammengefassten, visuell ansprechenden Inhalten auf einem Blick zu jedem Thema. Dies wäre besonders ansprechend für den normalen Besucher und Jugendliche. Zu jedem Thema kann man zusätzliche Seiten besuchen, die detaillierte Informationen zu dem jeweiligen Schwerpunkt bieten. Dies erhöht die Relevanz und Attraktivität der Informationen für den Benutzer.

Ebenso ist Barrierefreiheit auf Websites wichtig, damit Menschen mit Behinderung oder fremdsprachige Besucher Zugriff auf Inhalte und Funktionen haben. So kann man Alternativtexte für Bilder definieren, damit Sehbehinderte durch Screenreader verstehen können, was dargestellt wird. Oder Untertitel für Videos, damit hörgeschädigte Besucher den Inhalt nachvollziehen können, sowie eine Sprachauswahl für Text und Audio, die es ermöglicht, auch internationale Besucher abzuholen.

Die Kombination dieser Faktoren trägt zu einer positiven und informationsreichen Besuchererfahrung bei. Diese kann nicht nur im Vorfeld genutzt werden, sondern sorgt auch während des Museumsbesuchs für ein positives Erlebnis.

Wie können vor Ort positive Erlebnisse für Besucher geschaffen werden?

Ein wichtiger Aspekt ist die Interaktivität. Dadurch können Museen ein ansprechendes und inspirierendes Erlebnis für die Besucher schaffen. Diese Elemente können unterschiedliche Formen annehmen, von Multimedia-Displays bis hin zu Virtual-Reality-Erlebnissen. So können Besucher in ihrem eigenen Tempo lernen und forschen. Zudem werden durch die Verknüpfung von Lernen und Erleben die Erlebnisse für Besucher noch einprägsamer und sie können mit dem Museum auf einer persönlichen Ebene in Kontakt treten.

Auch Barrierefreiheit vor Ort spielt eine wichtige Rolle, um das Angebot von Wissen auch für Besuchergruppen mit Beeinträchtigungen anbieten zu können.

„Barrierefrei sind bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, Systeme der Informationsverarbeitung, akustische

und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie andere gestaltete Lebensbereiche, wenn sie für behinderte Menschen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind.”

(Behindertengleichstellungsgesetz, 2019).

Des Weiteren fördert der emotionale Mehrwert eine positive Besuchererfahrung. Dies kann durch immersive Räume, die den Besucher in andere Realitäten eintauchen lassen, oder durch Ausstellungsstücke erreicht werden. Dadurch werden die Erlebnisse für Besucher noch einprägsamer.

Dies gilt auch für die Personalisierung der Besuchererfahrung in Museen. Durch zusätzliche Information auf digitalen Plattformen kann zum Beispiel die Flexibilität bei der Informationsvermittlung für unterschiedliche Besuchergruppen unterstützt werden.

Aber auch soziale Interaktionen sind wichtig. Nicht nur die Interaktion zwischen Besuchern für gemeinsame Erlebnisse und Diskussionen, sondern auch die Einbindung von sozialen Medien. Einerseits durch eine eigene Präsenz auf Social Media für die bessere Kommunikation zwischen Museum und Besucher. Auf der anderen Seite als Erweiterung der Besuchererfahrung durch zum Beispiel AR-Filter über Snapchat. Das London Design Museum stellte 2021 einen Snapchat AR-Filter zur Verfügung, welcher die Auswirkungen des Klimawandels illustriert. Die „Snapchat Linse“ zeigt Wetterbedingungen wie Sturzfluten, Schneestürme und Dürre (Lu, 2021).



Abb. 4: The Landmaker Snap Lens (Lu, 2021)



Abb. 5: AR-Installation (Lu, 2021)

Eine Kombination der aufgeführten Faktoren macht das Aufnehmen von Informationen vor Ort digital attraktiver und fördert damit die Weiterbildung des Besuchers.

3. Methodik

3.1 Beschreibung der Literaturrecherche

Bevor ich mit dem Nordsee-Kurpark e.V. in Kontakt trat, informierte ich mich zunächst über multimediale Techniken, die in Museen genutzt werden. Dabei stieß ich auf die AV Kommunikationstechnik GmbH, einen Dienstleister für audiovisuelle Kommunikation und Medientechnik, der unter anderem innovative Lösungen für Museen und Ausstellungen anbietet (AV Kommunikationstechnik GmbH, 2024). Unter den dort aufgelisteten Möglichkeiten interessierten mich besonders Techniken, die auch für den Nordsee-Kurparks e.V. von Interesse sein könnten.

Dann recherchierte ich nach Museumswebsites, die digitale Begleitangebote für Besucher vor Ort, wie Multimediaguides oder digitale Museumskataloge, sowie Inhalte für externe Besucher online bereitstellen. Dafür sah ich mir die Websites der fünf meistbesuchten Museen weltweit an. Darunter der Louvre, das Vatikanmuseum, das Chinesische Nationalmuseum, das Metropolitan Museum of Art und das Natural History Museum in London (AECOM, 2024). Alle Websites folgten dem gleichen Aufbau. Eine einladende Startseite mit meist einem Video und Informationen zu der Ausstellung vor Ort und einem digitalen Archiv mit Inhalten der Ausstellung. Auch für die Anwendung von 3D-Druck in Museen informierte ich mich. Diese Technologie sorgt für Abwechslung in den Ausstellungen und kann in Form von Tastobjekten einen wichtigen Beitrag zur Barrierefreiheit für blinde Menschen leisten (Stiftung Preußischer Kulturbesitz, 2024). Durch Steckverbindungen ist es auch möglich, aus mehreren Teilen ein größeres Ausstellungsmodell anzufertigen. Je nach Anforderung wählt man die Schichtendicke, die Füllstärke, das Material und Klebstoff (Sculpteo, 2024). Des Weiteren recherchierte ich nach Entwicklungsmethoden von Audioguides und Infovideos in Kombination mit künstlicher Intelligenz. Dort fand ich mehrere Anbieter wie ElevenLabs (ElevenLabs, 2024) und play.ht (Play.ht, 2024) für das Generieren von Erzählerstimmen oder LumaLabs (Luma Dream Machine, 2024) und Vidnoz (Vidnoz, 2024) für das Generieren von bewegten Bildern.

3.2 Methodische Vorgehensweise bei der Fallstudie

Um verlässliche Ergebnisse zu erzielen, muss die Forschung in einem realen Kontext erfolgen. Dafür bekam ich die Möglichkeit, im Rahmen des Nordsee Kurpark e.V. ein Konzept für die Integration multimedialer und digitaler Elemente zur Ausstellung „Nordsee-Sanatorium Villa Ludwig“ zu erarbeiten. Diese Ausstellung wurde am 25.10.2024 eröffnet und fing im Dezember 2024 mit ersten Probe-Öffnungszeiten an. Die Ausstellung des Nordsee-Kurpark e.V. versucht, unterschiedliche Besuchergruppen anzusprechen und ist offen für digitale

Transformation. Aus diesen Gründen bot sich diese Ausstellung für die Fallstudie besonders gut an.

Mein Konzept für die Ausstellung basierte auf der Integration von Medieninformatik-basierten Techniken zur Optimierung der Besuchererfahrung in dem aktuellen Kontext.

Zu Beginn musste der derzeitige Zustand definiert und die unterschiedlichen Inhalte beschrieben und aufgelistet werden.

Ich suchte nach Verbesserungen und Techniken, die unterschiedliche Besuchergruppen besser ansprechen und das Wissen leichter vermitteln. Auf dieser Basis entwickelte ich neue Strategien für die Ausstellung.

Ein Teil der Verbesserungsvorschläge konnte im Anschluss umgesetzt werden.

Darunter ein 3D Modell eines Stückes des Reliefs „Formen fürs Gefühl“ von August Endell, ein Animationsfilm zu dem Relief, KI modifizierte Videoinhalte für die Informationsdisplays, KI generierte Audiodateien für den Audioguide und eine Webapp für das Museum.

Nach Fertigstellung der Maßnahmen wurden Umfragen durchgeführt. Besucher wurden befragt, um herauszufinden, ob die Umsetzungen von digitalen Techniken zur Verbesserung der Besuchererfahrung beitrug und was den Besuchern in der Ausstellung noch fehlen könnte.

Danach wurden die Ergebnisse ausgewertet und analysiert.

3.3 Erstellung der Prototypen

Bevor ich mit der Entwicklung der geplanten Komponenten begann, testete ich verschiedene Anbieter für das Generieren von Audio- und Videoinhalten mit Hilfe von künstlicher Intelligenz.

Für die Audiodateien waren dies ElevenLabs (ElevenLabs, 2024) und play.ht (Play.ht, 2024). Dabei konnte ich Textinhalte von der Vereinsseite des Nordsee-Kurparks e.V. übernehmen. Aufgrund der menschlicher klingenden Stimme entschied ich mich für die Lösung von ElevenLabs, mit welcher ich dann die Audio-Prototypen für den Nordsee-Kurpark e.V. implementierte.

Für die Videos standen die Anbieter LumaLabs (Luma Dream Machine, 24) und Vidnoz (Vidnoz, 2024) zur Auswahl. Dabei fokussierte ich mich auf das Testen der historischen Schwarz-Weiß Bilder aus der Ausstellung. Aufgrund der besseren Ergebnisse (raschere Verarbeitung, realistische Animation mit weniger Fehlern) entschied ich mich für LumaLabs.

3.4 Evaluationsmethoden

Für die Webapp wurden während der Entwicklung Usability-Tests durchgeführt, um die Benutzerfreundlichkeit und Effektivität zu testen. Testpersonen im Alter von 20 bis 25 Jahren sowie ab 50 Jahren nahmen daran teil. Nach Veröffentlichung der Webapp fand eine anonyme Online-Umfrage statt, um die Nutzererfahrung des Besuchers auf der Website analysieren zu können.

Für das 3D-Modell, den Animationsfilm, die Info-Videos und die Audiofiles wurde eine Umfrage vor Ort auf Papier organisiert. Dabei sollte herausgefunden werden, welchen Effekt neue Medien auf Besucher vor Ort haben. Die Umfrage wurde anonym durchgeführt, und für die in der Ausstellung ausgelegten Umfragebögen wurde eine Wahlurne bereitgestellt.

4. Fallstudie Ausstellung „Nordsee-Sanatorium Villa Ludwig“

4.1 Aktueller Stand der Inhalte und digitalen Technologien

Die Ausstellung „Nordsee-Sanatorium Villa Ludwig“ bezieht sich auf den Nordsee-Kurpark, der im Jahre 1900 von Dr. Karl Gmelin für Gäste seines Nordsee-Sanatoriums gegründet wurde. In den folgenden dreißig Jahren wurden in dem Park Klimatherapie, Forschung und Meeresheilkunde betrieben und heimische sowie subtropische Gewächse und Gehölze gepflanzt, die bis heute bestehen. Dadurch entwickelte sich der Park zu einem besonderen Ort für Erholung, Begegnung, Kultur und Wissenschaft. Durch die Weltwirtschaftskrise 1929 musste das Nordsee-Sanatorium seinen Betrieb einstellen und das Sanatorium verfiel zunehmend. Im Jahr 1976 wurde der Betrieb der mittlerweile als Hotel genutzten Anlage endgültig eingestellt. Die meisten Gebäude, darunter das Hauptgebäude, der denkmalgeschützte Nordsee-Kurhof des Münchner Jugendstilarchitekten August Endell, wurden abgerissen (Kyas, 2022, S. 7-12).

Noch heute gibt es einen Teil des Nordsee-Kurparks, der zu einem Kulturdenkmal geworden ist. Der Nordsee-Kurpark e.V., der 2019 gegründet wurde, versucht die fast in Vergessenheit geratene Geschichte des Nordsee-Sanatoriums zu erhalten. Dies tut er unter anderem mit der Ausstellung Nordsee-Sanatorium in der erhalten gebliebenen Villa Ludwig.

Neben der physischen Entstehung der Ausstellung wurde seit der Gründung des Vereins parallel an digitalen Inhalten und Technologien gearbeitet. So wurde mit der Entstehung des Vereins die offizielle Website des Nordsee-Kurpark e.V. veröffentlicht. Neben aktuellen Newslettern, Spendenprojekten und der Geschichte des ehemaligen Nordsee-Kurparks mit seinem Sanatorium bietet die Seite

zahlreiche weitere Inhalte, die Insulaner und Touristen auf dem neuesten Stand halten (Nordsee-Kurpark e.V., 2024).

Im September 2021 veröffentlichte der Verein einen Audioguide, auf den man über eine Webapp mit dem Smartphone zugreifen kann. Auf dieser ist es möglich, via einer Kartenansicht oder einer Liste die Stationen zu wählen. Mit insgesamt vierzehn Stationen führt der Audioguide den Benutzer durch den Park und erzählt die Geschichte der jeweiligen Orte (Nordsee-Kurpark e.V., 2021).



Abb. 6: Audioguide Nordsee-Kurpark (Nordsee-Kurpark e.V., 2021)

Parallel dazu wurde an einer medizinisch-meteorologischen Wetterstation im Nordsee-Kurpark gearbeitet, die im Oktober 2021 fertiggestellt wurde. Diese erfasst Live-Daten, auf die man über eine Website des Nordsee-Kurparks zugreifen kann. Zudem bietet die Seite Zugriff auf ein Diagramm, welches alle gemessenen Wetterdaten für unterschiedliche Zeiträume visualisiert (Nordsee-Kurpark e.V., o. D.). Darunter erfasst die Wetterstation Werte für Luftqualitätsindex, Windstärke und -richtung, Temperatur, Niederschlagsmenge und noch vieles mehr. „Damit wird nach 50 Jahren Unterbrechung mit den bioklimatischen Messungen unserer Station die über hundertjährige medizinisch-meteorologische Tradition im Nordsee-Kurpark wieder fortgesetzt.“ (Nordsee-Kurpark e.V., 2024).

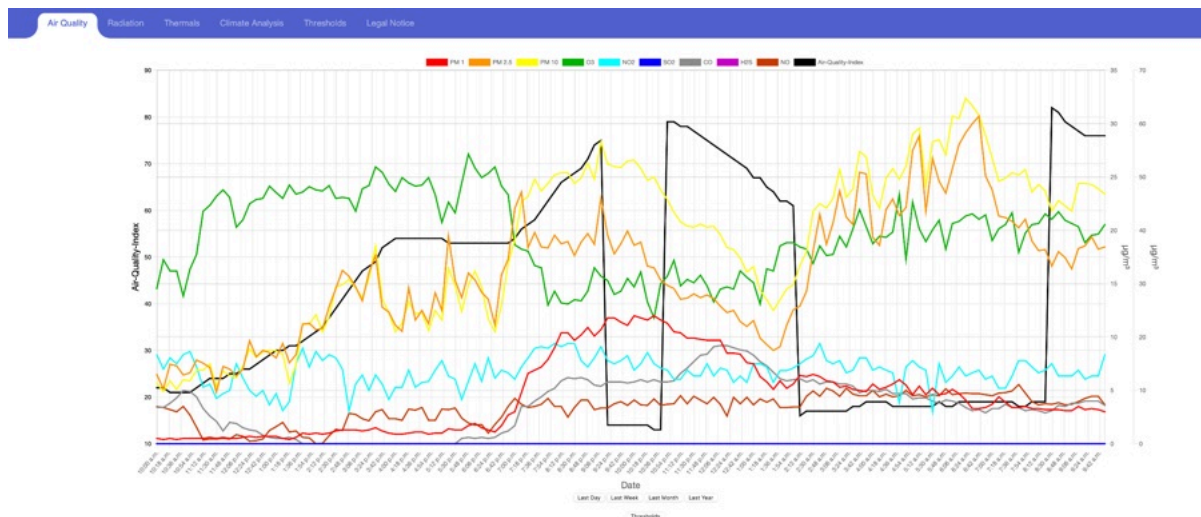


Abb. 7: Wetter- und Klimaanalyse Nordsee-Kurpark (Nordsee-Kurpark e.V., 2024)

Zu der Wetterstation wurde 2023 eine Web-App zur Klima-Therapie veröffentlicht. Diese verarbeitet die Wetterdaten der medizin-meteorologischen Wetterstation zu einer Benutzerfreundlichen Grafik. Diese ist in drei Wirkungskomplexe aufgeteilt: Strahlung (Sonnenstrahlung [UV] und terrestrische Strahlung), Luftqualität und Thermik (Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit etc.). Damit bietet die Anwendung Besuchern die Möglichkeit, ihren Aufenthalt im Kurpark bewusst auf die Bedürfnisse ihres Körpers abzustimmen. Die Grafik zeigt die drei Wirkungskomplexe in Form von drei konzentrischen Kreisen, die je nach Wirkung des Wetters auf den Körper ihre Farbe von grün über gelb bis rot verändern. Zusätzlich werden dem Benutzer je nach Wetterbedingungen Tagesempfehlungen vorgeschlagen, wie zum Beispiel bei einem mittelmäßigen Luftqualitätsindex: „Vermeiden Sie bei der derzeitigen Luftqualität körperliche Anstrengungen im Freien. Bleiben Sie in Gebieten mit guter Luftqualität, wie z.B. Parks oder Wäldern, die ab von stark befahrenen Straßen liegen.“ (Nordsee-Kurpark e.V., 2023).

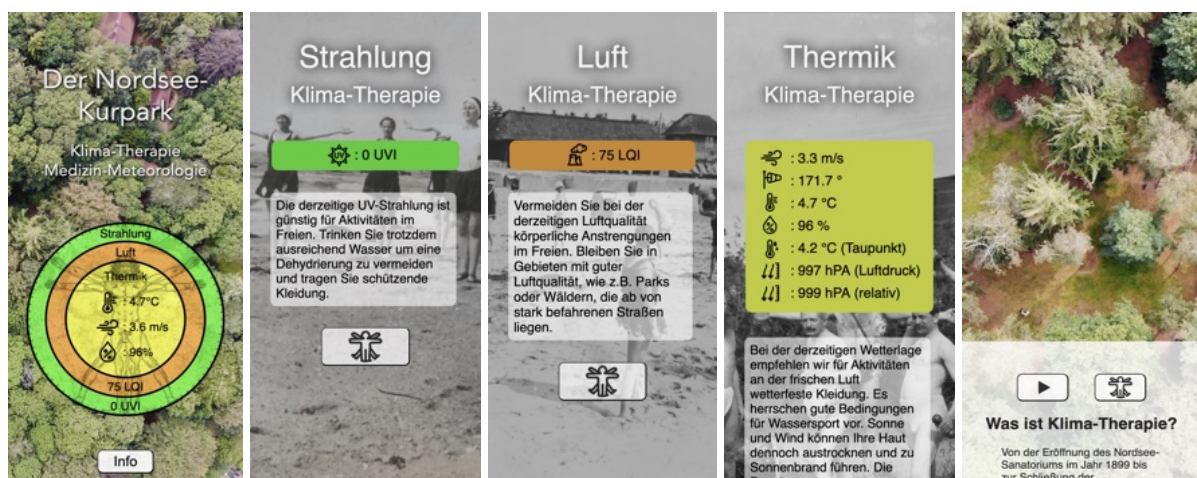


Abb. 8: Klima-Therapie Nordsee-Kurpark (Nordsee-Kurpark e.V., 2023)

In der Ausstellung selbst wird für die Regulierung der Gebäudefunktion ein Konnex-Bus-System (KNX) benutzt. Dieses ermöglicht eine intelligente Steuerung von Heizung, Licht und Strom, die über ein allgemeines Bussystem vernetzt ist und über das Internet oder vor Ort mit einem MDT KNX Glastaster bedient werden kann. In dem Gebäude gibt es insgesamt 8 LG webOS und ein Android Display, die über den MDT Glastaster angesteuert werden können. Auf 8 von den 9 Displays sollen Informative Videos als Loop über den Webbrowser abgespielt werden. Diese existieren allerdings noch nicht und mussten erstellt werden. Eines der 9 Displays ist dafür da, das Wetterstationsdaten Diagramm zu zeigen, bei dem der Besucher mit einer Multifunktions-Fernbedienung die Zeitachse der Grafik nach Belieben verstellen kann.

Die Ausstellung ist mit 76 QR-Codes ausgestattet, die auf die Informationstafeln gedruckt wurden. Über diese soll der Besucher mit dem Smartphone auf die Audiofiles zu den jeweiligen Themen gelangen. Wenn der Besucher mit dem Umfang der vor Ort analogen Inhalte nicht zufrieden ist, kann er sich somit zusätzliches Wissen aneignen. Die Audiodateien existieren allerdings noch nicht und müssen produziert werden.

Des Weiteren wurde in dem Hauptausstellungsraum eine elektrische Leinwand mit einer Breite von 2,5 Metern und ein Beamer Panasonic PT-AX200E (HD 1280 x 720) installiert. In Kombination dazu wurde der Raum mit einem Teufel 5.1 Surround System ausgestattet, bestehend aus zwei Frontlautsprechern, zwei Rear-Lautsprechern, einem Center-Lautsprecher, einem Subwoofer und einem AV-Receiver. Mit diesem Setup sind Filmvorführungen an bestimmten Abenden geplant.



Abb. 9:
Ausstellungsdisplays (2024)



Abb. 10: Ausstellung Raum 1 (2024)

Darüber hinaus bietet die Ausstellung auch viele analoge Inhalte zur Wissensvermittlung. Es gibt mehrere Ausstellungsstücke, die präsentiert werden.

Zusätzlich sind die Wände der Ausstellungsräume mit Informationstafeln bestückt. Infrarotheizungen wurden in die Ausstellung integriert, welche mit historischen Porträts von Personen, die im Kurpark mitgewirkt haben, oder mit alten Bauplänen bedruckt wurden.

Mit dieser Kombination von Inhalten ist die Ausstellung reichhaltig ausgestattet und bietet dem Besucher viele Möglichkeiten, mehr über die Geschichte des Nordsee-Kurparks zu erfahren. Da sich die Ausstellung noch in der Entwicklungsphase befindet und fortlaufend neue Ideen integriert werden, setzt das Museum auf moderne Ansätze und verwendet zahlreiche digitale Medien, was die Wissensvermittlung für die Besucher erleichtert.

4.2 Herausforderungen und Verbesserungsvorschläge

Trotz der großen Menge unterschiedlicher Medien, zwischen denen der Besucher wählen kann, gibt es Herausforderungen, mit denen das Museum konfrontiert wird.

Das Ausstellungsgebäude, die Villa Ludwig, weist nur eine begrenzte Barrierefreiheit auf. Es gibt keine Rampe zum Haupteingang, den man nur über Treppenstufen erreichen kann, was Rollstuhlfahrern die Ausstellung unzugänglich macht. Dazu kommt, dass Sehbehinderte die Inhalte auf den Infotafeln und Displays in der Ausstellung nicht aufnehmen können.

Eine Möglichkeit, diese Besuchergruppen mit einzubeziehen, wäre eine Digitale Galerie in Form einer barrierefreien Web-App. Dies würde es den Besuchern ermöglichen, von zuhause aus auf die Ausstellungsinformationen zuzugreifen, sich die Inhalte vorlesen zu lassen oder sich Beschreibungen der Bilder anzuhören. Wenn die Website über eine Sprachwahlfunktion verfügen würde, könnten internationale Besucher angesprochen werden. Mit dem Einbinden einer Einstellungsoption, mit der man die Schriftgröße auf der Website leicht verstellen oder in einen Kontrastmodus wechseln kann, wären die Informationen auf der Website für ältere Besucher leichter zugänglich.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Barrierefreiheit weiter auszubauen. Um Sehbehinderten nicht nur die Beschreibungen der Bilder und Ausstellungsstücke auf der Website vorlesen zu lassen, könnte man ihnen als zweites Medium Tastobjekte oder Brailleschrift in der Ausstellung vor Ort zur Verfügung stellen.

Der Nordsee-Kurpark möchte in der Ausstellung auf den Jugendstil-Architekten August Endell eingehen. Dieser realisierte Entwürfe für viele Gebäude des Kurparks, unter anderem die Villa Otto. Zusätzlich hing viele Jahre das 3,80 m breite und 4,80 m hohe Kunstwerk „Formen fürs Gefühl“ bis 1980 an dem ehemaligen Hauptgebäude des Sanatoriums. Heute befindet sich das Relief an der Außenwand der „Kunsthalle zu Kiel“ (Kunst@SH, 2015). Anstatt auf diesen Teil der Geschichte

mit Text und Bild über Informationstafel einzugehen, kann man einen Teil des Reliefs als 3D Modell ausstellen. Dies würde es ermöglichen, das Kunstwerk zu ertasten, Besuchern ein besseres Gefühl für die Größe des Reliefs zu geben und Abwechslung in die Ausstellung zu bringen. Durch den Einsatz von 3D-Animationsfilmen anstelle der Baupläne in diesem Ausstellungsteil könnten die Besucher Endells Architektur eindrucksvoller nachvollziehen und visuell erleben. Darüber hinaus wären Animationen in diesem Gebiet für die Besucher, insbesondere bei Jugendlichen, attraktiver.



Abb. 11: Ornamentrelief, ursprünglich am Nordsee-Sanatorium (Kyas, 2022, S. 46)

Für die Videoinhalte der Informationsdisplays plante ich Fotomontagen mit Untertiteln. Da es aus dieser Zeit wenig Material gibt, sollten alte, überwiegend in Schwarz-Weiß aufgenommene Bilder zum visuellen Storytelling präsentiert werden. Ich hatte die Idee, um besonders Jugendliche und weitere Besuchergruppen zu motivieren und abzuholen, diese Bilder mit künstlicher Intelligenz zum Leben zu erwecken. Es gibt viele Anbieter, die über das Internet mit Hilfe künstlicher Intelligenz Werkzeuge anbieten, um Bilder zu erkennen und diese je nach Beschreibung der Benutzer zu animieren. Werden diese so generierten Clips in die Informationsvideos eingebaut, wirken diese automatisch interessanter. Internationale Gäste könnten zudem durch die bewegten Bilder das Storytelling der Filme besser verstehen.

Sowohl die Web-App zur Klima-Therapie als auch der Audioguide sind nicht gut integriert. Dies mindert die Motivation, die digitalen Inhalte zu finden, aufzurufen und zu nutzen. Mitunter bleiben sie vollständig unentdeckt.

Zum einen findet man den Audioguide und die Web-App zur Klima-Therapie über den Info-Flyer des Nordsee-Kurpark e.V. als QR-Code auf der Rückseite. Zum anderen sind die Seiten auf der offiziellen Website des Vereins unter „Audioguide“ und „BIO Klima“ verlinkt und stellen zwei Menüpunkte von insgesamt 21 dar. Durch

die Überfrachtung mit Inhalten auf der Website und ihrer uneinheitlichen Struktur wirkt die Website durcheinander und unübersichtlich.

Eine digitale Seite mit wenigen Menüpunkten und übersichtlichem Layout, die benutzerfreundlicher gestaltet ist, könnte häufiger genutzt werden und die Besuchererfahrung verbessern.

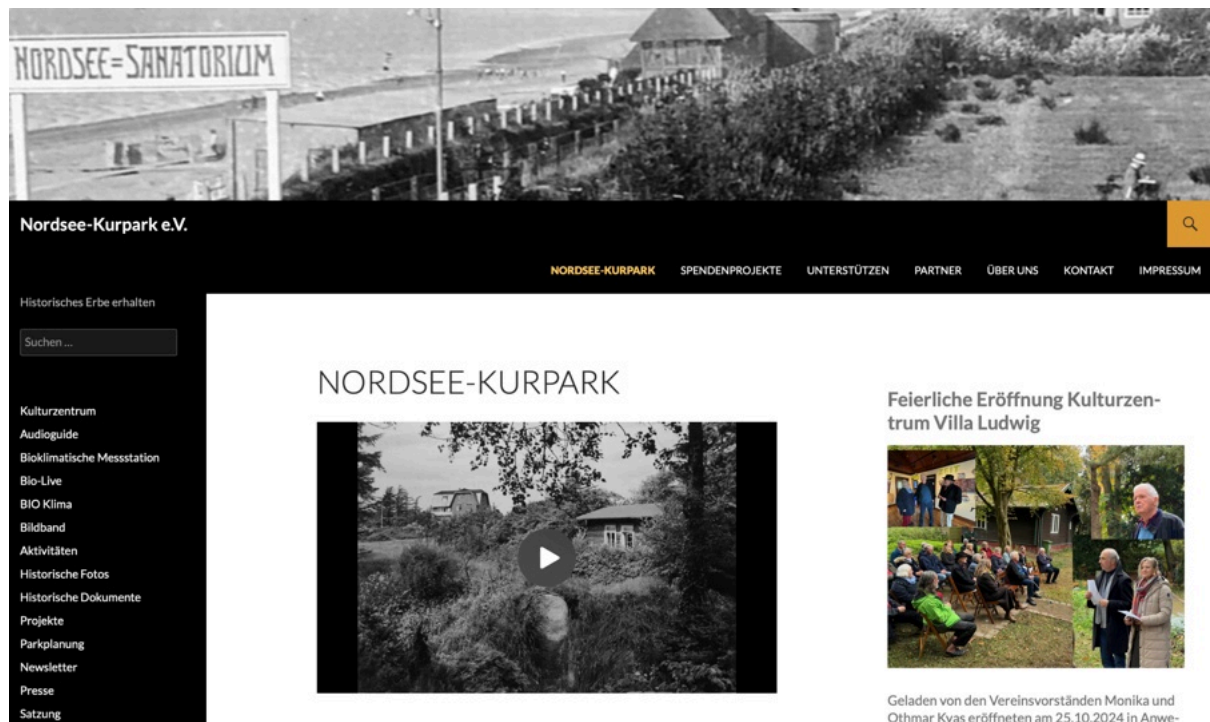


Abb. 12: Vereinswebsite des Nordsee-Kurparks (Nordsee-Kurpark e.V., 2024)

Die Ausstellung ist mit 76 QR-Codes ausgestattet und je ein Audiofile sollte mit einer Länge von 30 bis 60 Sekunden erstellt werden. Für diese Entwicklung konnte ein KI-Stimmengenerator genutzt werden. Dieser hat allerdings den Nachteil, weniger Emotionen ausdrücken zu können. Fehler, die der Generator macht, sind zudem schwierig zu korrigieren und Fremdwörter werden gerne falsch ausgesprochen. Eine von CloudArmy durchgeführte Studie hat Teilnehmern Werbung vorgeführt, die zum einen mit KI Stimme und zum anderen mit einer echten menschlichen Stimme unterlegt wurde. Man fand heraus, dass Menschen nicht in der Lage waren, bewusst zwischen menschlichen und KI-Stimmen zu unterscheiden, aber „...ihre impliziten Reaktionen auf künstliche Stimmen waren weniger positiv und vertrauensvoll...“ (Preißler, 2024).

Eine KI-Stimme für Audioguides bringt Vorteile für das Museum mit sich. Sie ist zunächst um ein Vielfaches billiger. So kostet das Generieren von bis zu 30 Minuten Audio in einem Monat bei ElevenLabs nur fünf Dollar (ElevenLabs, 2024), wohingegen im Vergleich der Nordsee-Kurpark e.V. für das Einsprechen des Audioguides (ca. 20 Minuten vertonter Text) 400 Euro plus 19% MwSt bezahlte (Nordsee-Kurpark e.V., o. D.). Auch ist die Produktion schneller und man hat eine Garantie für die genaue Wiedergabe des Skripts.

5. Entwicklung des Relief-Ausstellungsbereiches

5.1 Techniken zur 3D-Modellierung

„3D-Modellierung ist eine digitale dreidimensionale Darstellung eines Objekts oder einer Oberfläche, die durch die Manipulation virtueller Punkte im Raum entsteht.“ (Tiigimägi, o. D.). Diese Technik wird in vielen Bereichen eingesetzt, darunter Architektur, Produktdesign, Medizin, Film und noch weitaus mehr. Hierfür existieren unterschiedliche Software und Techniken, die man dafür verwenden kann.

Die Auswahl der 3D-Software ist davon abhängig, in welchem Bereich man arbeitet. Das Open-Source-Programm Blender wird für viele Bereiche eingesetzt. Es kann unter anderem für künstlerische 3D-Designs, 3D Animation und Spieleentwicklung genutzt werden.

Auf der anderen Seite hat man Computer Aided Design Software (CAD) von unterschiedlichen Anbietern. Diese bieten präzise Werkzeuge für technisches Design, Zeichnungen und 3D-Konstruktionen, welche in Bereichen wie Architektur, Bauwesen, Automobil- und Luftfahrtindustrie eingesetzt werden.

Des Weiteren gibt es für verschiedene Nischen zahlreiche weitere spezialisierte Softwarelösungen, die auf spezifische Anforderungen zugeschnitten sind. Zum Beispiel CLO 3D, das im Bereich Mode- und Textildesign genutzt wird, um digitale Kleidungsstücke zu erstellen und zu simulieren, bevor sie physisch produziert werden. Oder Amira im Bereich der Medizin und Wissenschaft, um 3D-Visualisierung, Analyse und Bearbeitung von dreidimensionalen Datensätzen ausführen zu können, die zum Beispiel aus CT-Scans, MRT-Aufnahmen, Mikroskopie Bildern oder anderen bildgebenden Verfahren stammen.

Je nach dem gewünschten Ergebnis für seinen 3D-Druck kann man zwischen diesen unterschiedlichen Software-Richtungen wählen, um sein Objekt zu modellieren (Heise, o. D.).

Dabei gibt es viele unterschiedliche Modellierungstechniken.

Ein Verfahren mit einem einfachen Ausgangspunkt ist das *Box-Modelling*. Bei dieser Technik wird das Modellierungsobjekt aus einfachen geometrischen Formen wie Würfeln oder Kugeln erstellt, welche bearbeitet werden, um auf die gewünschte Form zu kommen.

Um äußere Geometrie wie auch ein Innenvolumen zu definieren, wird *Solide Modeling* verwendet. Dadurch besitzt das Objekt eine vollständige Definition von Volumen, Dichte und Materialeigenschaften, was oft in technischen CAD-Programmen genutzt wird.

Für detaillierte und organische Modelle bietet sich *Sculpting* an. Dieses Verfahren funktioniert wie bei einer digitalen Bildhauerei. Mit Werkzeugen wie Pinsel, Messer

und Ziehwerkzeug verschiebt man Punkte, Flächen und Volumen im virtuellen Raum, wobei man in der Regel mit einem einfachen geometrischen Objekt (meist einer Kugel oder einem Quader) anfängt.

Eine weitere Technik ist das *Subdivision Modeling*. Mit diesem Verfahren kann man auch beim Sculpting detaillierte und organische Objekte modellieren. Dies tut man allerdings durch die Unterteilung und Verfeinerung von Polygonen, um die gewünschte Form zu erlangen.

Für komplexe Modelle wird Edge Modeling verwendet, das oft mit Box Modeling kombiniert wird. Man startet mit einer einfachen Geometrie und bearbeitet die Kanten durch Extrudierung, das Hinzufügen von Edge Loops und das Verschieben der Knoten (durch zum Beispiel Edge Slide).

Mit der *Boolesche Modellierung* kann man Objekte kombinieren oder sie voneinander subtrahieren. Dadurch können schnell komplexe Formen geschaffen werden, die gerne für technische oder mechanische Modelle genutzt werden.

Wenn man Oberflächen von realen Objekten erfassen möchte, auf die man Zugriff hat, kann man ein *3D-Scan Verfahren* verwenden. Ein Laserscanner oder sogar ein Smartphone ermöglichen es, die Maße von realen Objekten zu nehmen, ohne sie überhaupt zu berühren. Um ein sauberes 3D-Modell zu erhalten, muss allerdings das gescannte Objekt im Nachhinein bearbeitet werden.

Wie diese Liste gängiger Modellierungstechniken zeigt, gibt es für jede Modellidee passende Verfahren, diese umzusetzen. Dadurch sind den kreativen Möglichkeiten bei der Modellgestaltung keine Grenzen gesetzt (Tiigimägi, o. D.).

5.2 Erstellung des Relief-Modells

August Endell war nicht nur ein berühmter Architekt seiner Zeit, welcher auf der Insel Föhr seine Werke für unter anderem den Nordsee-Kurpark errichten ließ, sondern auch ein *Formkünstler*. „Für das Nordsee-Sanatorium, welches 1898 gebaut wurde, überlegte sich Endell zwei buntfarbige Ornamente, die anstelle von Fenstern die einheitliche Klinikfassade auflockerten.“ (Kyas, 2022, S. 46). Vor dem Abriss des Sanatoriums wurden beide Reliefs abgenommen. Das eine Ornament wurde demontiert in der Universität Kiel gelagert, bis es in den 1990er Jahren während einer Räumung entsorgt wurde. Das andere Ornament „Formen fürs Gefühl“ hängt heute an der Fassade der „Kunsthalle zu Kiel“ (Kunst@SH, 2015). Da es für den Verein nicht möglich war, die Reliefs zurück nach Wyk auf Föhr zu bringen, bot es sich an, einen Teil des Ornaments „Formen fürs Gefühl“ nachzumodellieren, um dieses im Museum auszustellen.

Vor dem Beginn der Erstellung des Modells fuhr ich nach Kiel, um mir das Kunstobjekt anzuschauen. Vor Ort nahm ich Referenzbilder auf. Bei dem Relief, welches 3,80 m breit und 4,80 m hoch ist und dazu noch erhöht an der Wand hängt, fiel es mir schwer, frontale Fotos zu machen. Deshalb musste ich die Aufnahmen in

Adobe Photoshop mit dem *Perspektivische Verformung* Werkzeug ein wenig anpassen.

Zudem machte ich vor Ort einen 3D-Scan mit dem iPhone 13 Pro. „Seit dem iPhone 12 Pro verfügen alle iPhone Pro-Geräte über einen LiDAR-Scanner. Hierbei handelt es sich um einen Sensor, der mithilfe unsichtbarer Laserstrahlen die Entfernung zu einem Objekt, beispielsweise einer Person, ermittelt.“ (Evany, 2024). Dieser Sensor bietet nicht nur den Vorteil, genauere Ergebnisse in VR-Apps zu erzielen oder schärfere Bilder zu machen, sondern sorgt auch für deutlich verbesserte Resultate bei der Erstellung von 3D-Scans.

Für den 3D-Scan nutzte ich die kostenlose Version der Smartphone Applikation *Polycam*. Polycam ist benutzerfreundlich, hat eine hohe Präzision und benutzt unter anderem die LiDAR (Light Detection and Ranging) Technologie. Auf diese Weise erstellte ich eine GLB-Datei des Reliefs, welche nicht nur die Geometrie sondern auch Daten zum Material und der Textur speicherte.



Abb. 13: Referenzbild in Photoshop (2024)

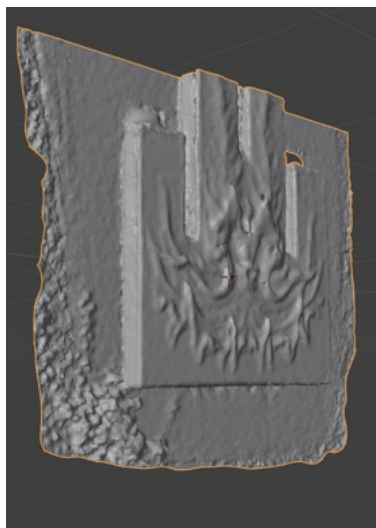


Abb. 14: iPhone 3D-Scan Solid (2024)



Abb. 15: iPhone 3D-Scan Material Preview (2024)

Da das 3D-Modell in Originalgröße ausgestellt werden sollte und das Relief mit einer Breite von 3,80 m und einer Höhe von 4,80 m recht groß ist, musste überlegt werden, welcher Teil des Reliefs für die Nachmodellierung ausgewählt wird. In Absprache mit dem Verein entschied ich mich für ein Mittelstück des Reliefs, da es reich an Details ist und einen Teil des Leitmotivs umfasst.

Da ich ein Kunstobjekt modellierte, war Blender ideal für meine Bedürfnisse geeignet, weshalb ich dieses Programm für die Modellierung des Relief-Teiles nutzte. Mit den Modellierungstechniken, Subdivision- und Edge-Modelling plante ich, das Ornamentstück nachzubilden, wobei 1 Meter in Blender der tatsächlichen Größe von 1 Zentimeter entsprechen sollte. Zu Beginn importierte ich die Referenzbilder und den 3D-Scan. Ich erstellte eine *Plane*, dem ich einen *Subdivision Surface Modifier* zuwies. Danach begann ich, die Kanten der Plane zu extrudieren und zu transformieren, um die Form des Reliefs nachzubilden – ähnlich wie beim Abpausen.

Damit hatte ich eine Fläche in zwei Dimensionen, mit Schnittstellen in Form des Reliefs.

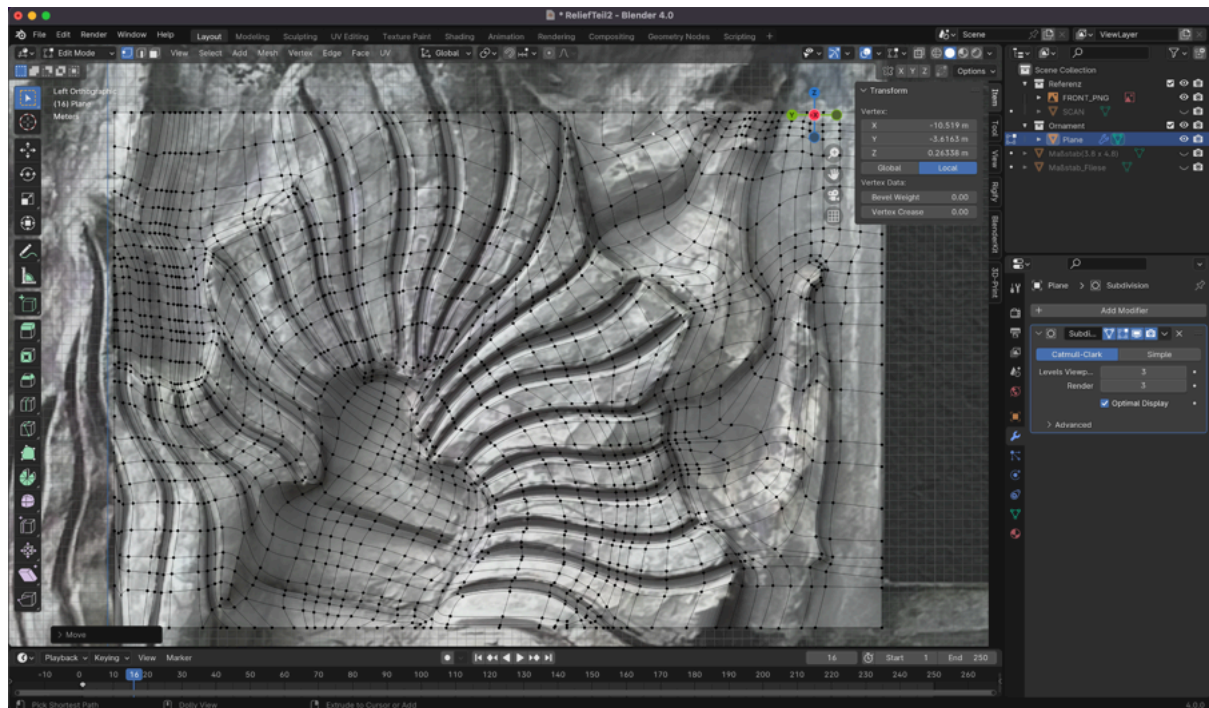


Abb 16: Blender, Ornamentstück, Edge-Modelling (2024)

Die Schnittstellen selektierte ich und zog sie hervor. Somit hatte ich einen erste grobe Form in drei Dimensionen. Diese wurde angepasst und so lange ausgebessert, bis ich mit dem Ergebnis zufrieden war. Ich fügte dem Model Kanten hinzu und versiegelte das Relief an der Rückseite, um ein geschlossenes Objekt zu erhalten. Nun war das 3D-Modell des Ornamentstückes fertig.

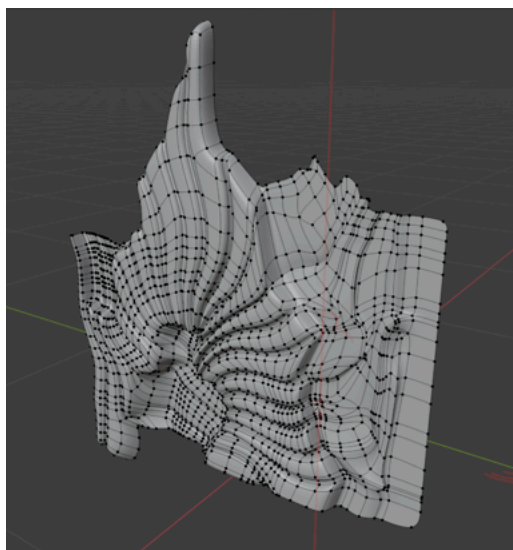


Abb 17: Blender, Ornamentstück drei Dimensionen (2024)

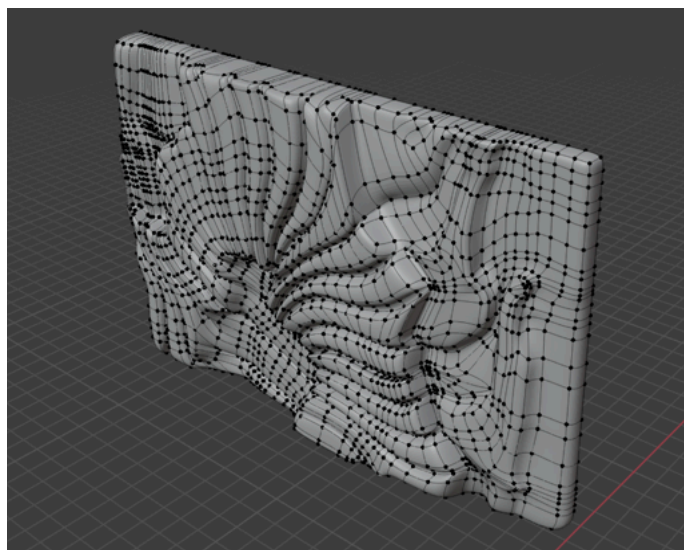


Abb 18: Blender, fertiges Ornamentstück (2024)

Für die Umsetzung des Drucks mit einem 3D-Drucker wurde mir von der Hochschule Flensburg ein *Creality Ender-3* 3D-Drucker zur Verfügung gestellt. Der Creality Ender-3 ist ein Fused Deposition Modeling (FDM) 3D-Drucker mit einem Druckvolumen von 22 x 22 x 25 cm. Da dieses Druckvolumen nicht der Größe des Model-Stücks mit einer Breite von ca. 83,4 cm und einer Höhe von 56 cm entspricht, musste das Druckobjekt in mehrere Teile zerlegt werden.

Dies setzte ich mit der Booleschen Modellierungstechnik um. Ich rechnete aus, dass man das Ornamentstück in mindestens 12 Teile zerlegen muss, um es mit dem Creality Ender-3 drucken zu können. Dafür erstellte ich mit einem *Cube* 12 symmetrische Ausstechformen, mit denen das 3D-Modell zerteilt werden sollte. Ich duplizierte das Relief-Modell 11 mal, um auf 12 Objekte zu kommen. Jedes Reliefobjekt bekam einen *Boolean Modifier* zugewiesen, dem ich als *Difference Object* einen der Ausstechformen zuteilte. Demzufolge hatte ich meine 12 Stücke. Bei zwei der 12 Teile fügte ich eine Aufhängevorrichtung auf der Rückseite ein, um später das Ornamentstück leichter aufhängen zu können. Um das Zusammenkleben zu erleichtern, modellierte ich Pins sowie die passenden Aussparungen als Gegenstücke. Anschließend machte ich einen Testdruck der Steckverbindungen. Beide passten nicht gut ineinander aufgrund eines zu geringen Cutout-Volumen. Daher wurde das Cutout-Volumen vergrößert und erneut gedruckt und getestet. Pin und Aussparung fügte ich mithilfe des Boolean Modifiers zu meinen Modellteilen hinzu bzw. subtrahierte sie entsprechend.

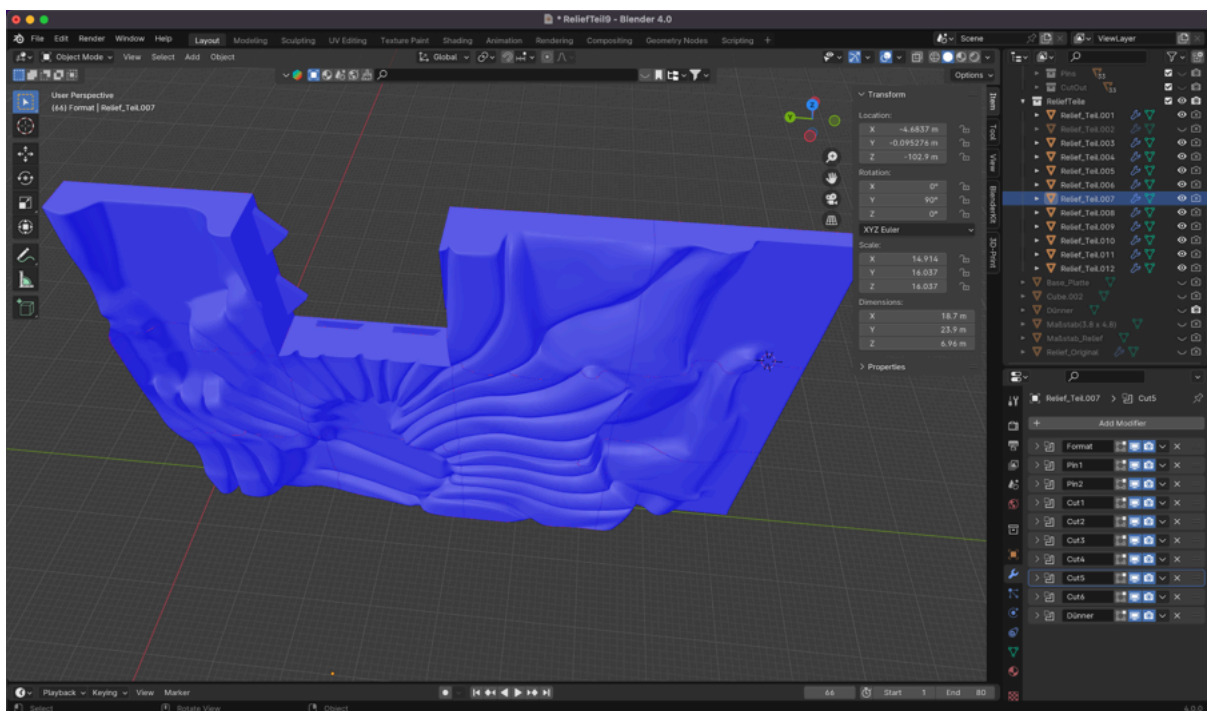


Abb 19: Blender, Ornamentstück zerteilt mit Steckverbindungen (2024)

Nach der Fertigstellung jeder Teile exportierte ich diese separat als STL-Dateien, wobei ich dabei den *Scale* von 1 auf 10 stellte. Das hat den Grund, dass 1 Meter in Blender standardmäßig 1 Millimeter in einem Slicing-Programm entspricht. Die

STL-Dateien importierte ich in das Open Source Slicing-Programm *Ultimaker Cura* (UltiMaker Cura, 2025). Für den Druck wählte ich *Super Quality*, was einer Schichtdicke von 0.12 mm entspricht mit einem *Infill* von 10%. Bei dem Druckmaterial entschied ich mich für PETG, da es härter, flexibler und hitzebeständiger als zum Beispiel PLA ist. Dementsprechend musste ich in Ultimaker Cura meine Druckbett-Temperatur auf 75°C und Extruder-Temperatur auf 240°C setzen. Bei der Supportstruktur entschied ich mich für die *Support Structure Tree*. Als ich realisierte, dass der Druck für ein Teil zwischen vier bis sieben Tage dauert, mit einem Filamentverbrauch von ca. 500g bis knapp 900g, überarbeitete ich das Modell.

Ich reduzierte die Dicke der Modellteile, sowie der Pins, sodass die Pins eine Dicke von 1 cm aufweisen und die dünnste Stelle des Reliefs eine Stärke von 2,5 cm beträgt. Nach dem Export der STL-Dateien und dem Import dieser in Ultimaker Cura optimierte ich die Einstellungen für das Slicen und die Supportstrukturen. Dadurch reduzierte ich den Filamentverbrauch auf 250g bis 500g, bei einer Druckzeit von etwa 2 bis 3 ½ Tagen pro Teil. Anschließend exportierte ich die Teile als G-Code-Dateien und war bereit für den Druck.

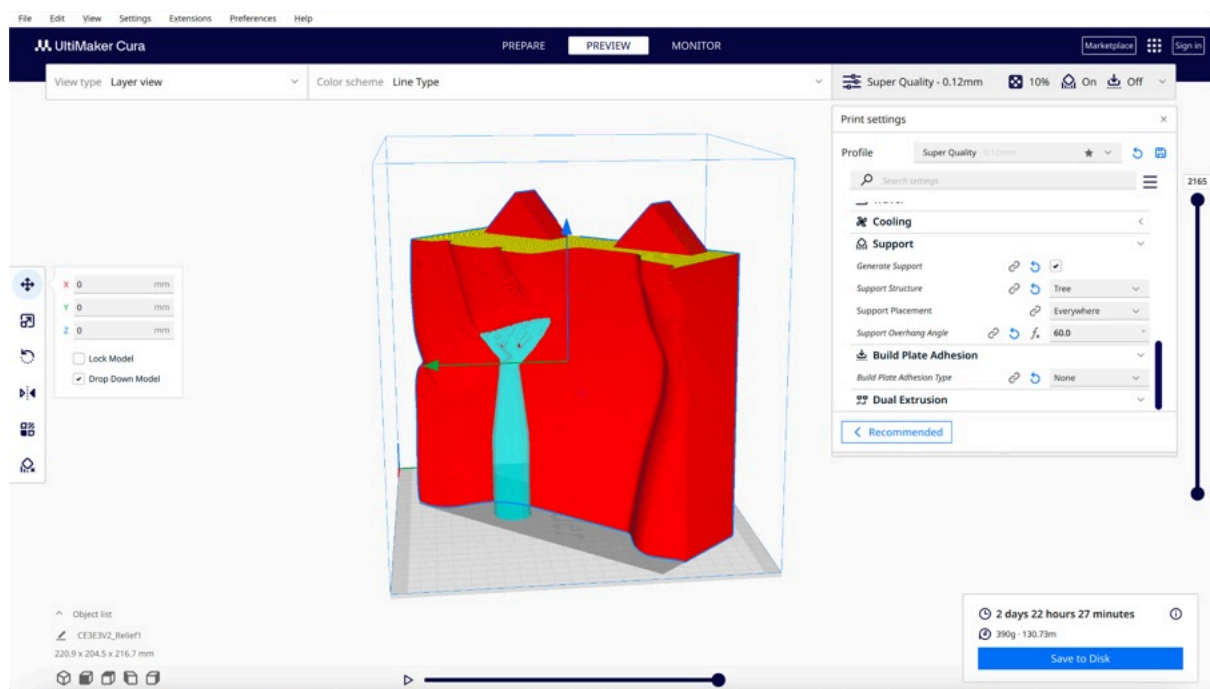


Abb 20: Ultimaker Cura, Druckeinstellungen (2024)

Bevor ich mit dem Drucken der Teile begann, justierte ich die Höhe des Druckbetts, reinigte die Flexplate und druckte einen 1 x 1 x 1 cm großen Würfel, den ich nachmaß, um sicherzustellen, dass alle Achsen des Druckers einwandfrei funktionieren und die Längenangaben übereinstimmen. Darauf folgte der Druck des ersten Teils, der reibungslos verlief. Bei dem zweiten Teil entstand nur ein verschmolzener Haufen Filament und der Druck musste abgebrochen werden. Nach der Korrektur der Druckbett-Höhe, der Reinigung des Druckers und dem erneuten Einführen des

Druckmaterials in den Extruder begann ich mit einem weiteren Versuch, das zweite Teil zu drucken.

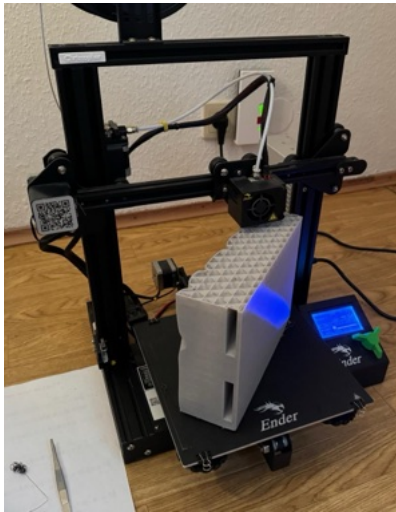


Abb 21: Ender-3, erfolgreicher Druck (2024)

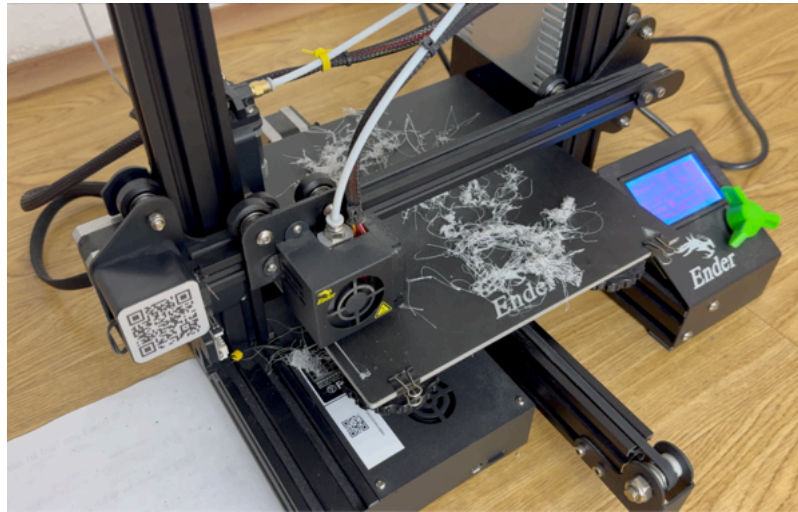


Abb 22: Ender-3, gescheiterter Druck (2024)

Bei dem zweiten Versuch wurde das Objekt erfolgreich gedruckt, bei genauerem Hinsehen fiel aber auf, dass die Schichten unterschiedlich dick waren. An manchen Stellen des Teiles waren die Schichten so dünn, dass man das Objekt eindrücken konnte. Ich nahm an, dass der Extruder verstopft sein müsste und säuberte ihn. Dafür erhitze ich den Extruder und entnahm das Filament. Zuerst versuchte ich, mit einer Nadel den Extruder zu reinigen, indem ich die Nadel in die Extruderöffnung steckte. Dies funktionierte leider nicht. Ich schraubte das Gehäuse samt Lüfter auf und demontierte den Extruder. Ich schraubte den Filamentschlauch vom Extruderkörper ab, drückte ihn erst komplett herein, so dass er unten wieder heraushaute und zog ihn anschließend komplett heraus. Das Endstück des Schlauches war stark verklebt und etwas verstopft, daher schnitt ich etwa 1,5 cm ab. Den Extruder erhitze ich in kochendem Wasser und versuchte ihn anschließend zu reinigen, was aber nur wenig brachte. Anschließend baute ich alle Teile wieder zusammen und startete den nächsten

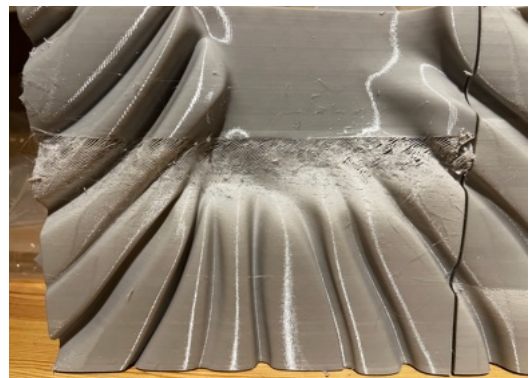


Abb 23: Ender-3 3D-Druck, Extruder verstopft (2024)

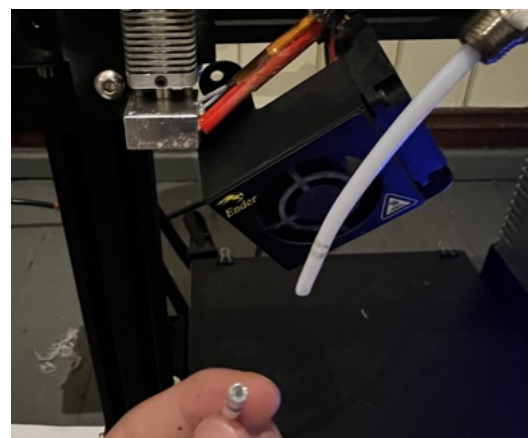


Abb 24: Ender-3, Extruder Reinigung (2024)

Versuch. Dieser verlief gut genug um das Objekt nutzen zu können, doch auch nach dem Abwiegen der Filamentspule stellte ich fest, dass nur rund $\frac{2}{3}$ der eigentlich benötigten Menge verbraucht worden waren, was wiederum dünne Schichten und weniger Stabilität bedeutete. Bei dem nächsten Druck waren die Schichten wieder zu dünn, so dass man das Objekt für das Relief nicht benutzen konnte. Ich bemerkte, dass das Filament an der Spule an manchen Stellen etwas zusammenklebte. Dadurch wird es für die Drive Gear schwieriger, das Filament in den Extruder zu ziehen. Daher probierte ich, das Filament von der Spule auf eine leere Spule umzuwickeln, um zusammenklebende Material-Stellen zu beseitigen.

Im Oktober 2024 erhielt der Nordsee-Kurpark e.V. als Spende einen gebrauchten Dremel DigiLab 3D45 3D-Drucker von dem Unternehmen Objectis Software Integration GmbH. Diesen durfte ich für die Weiterentwicklung des Relief Modells benutzen. Der Dremel DigiLab 3D45 verwendet die gleiche Drucktechnologie wie der Creality Ender-3 (FDM), bietet jedoch eine etwas hochwertigere Ausstattung. Allerdings ist das Druckvolumen mit 255 x 155 x 170 mm deutlich kleiner. Das bedeutete, dass ich meine Modellteile ein weiteres Mal bearbeiten musste. Ich teilte jedes Modellteil in der Mitte, sodass ich insgesamt 24 Teile hatte. Für das Slicen benutzte ich das Open Source Programm *Dremel DigiLab 3D Slicer*. Ähnlich aufgebaut wie Ultimaker Cura hat dieses Einstellungen für Material, Support, Schichtdicke und mehr. Es ist sogar möglich, den Druck auf *Ultra Quality* zu stellen, was einer Schichtdicke von 0,05 mm entspricht. Für meinen Zweck genügte die Einstellung *High Quality* mit einer Schichtdicke von 0.1 mm. Nach dem Anpassen der Einstellungen exportierte ich meine Druckdateien.

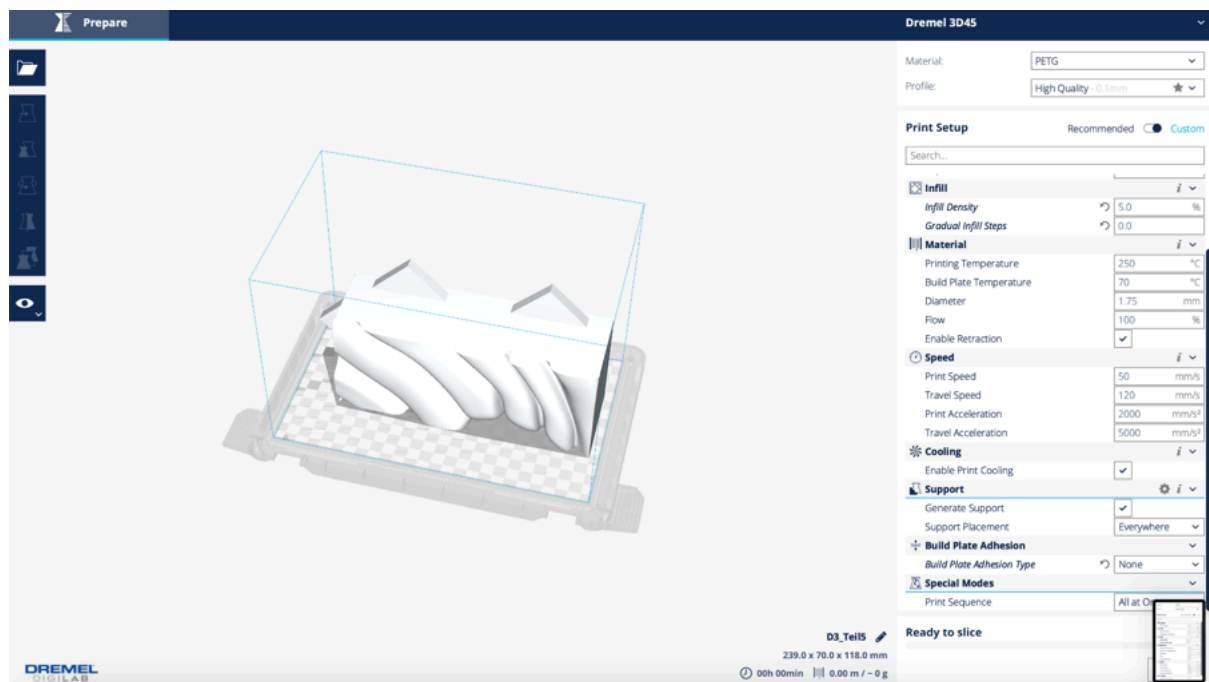


Abb 25: Dremel DigiLab 3D Slicer (2024)

Vor dem Drucken der Teile kalibrierte ich das Druckbett und führte einen Testdruck mit einem 1 x 1 x 1 cm großen Würfel durch. Da die integrierte Halterung des Dremel DigiLab 3D Slicer nur für die hauseigenen Filamentspulen von Dremel ausgelegt ist, beschaffte ich mir eine externe Spulenhaltung. Anschließend startete ich den Druck des ersten Teils. Durch das teilweise verklebte Filament fiel die Spule jedoch regelmäßig aus der Halterung, was den Extruderkörper wie einen Anker blockierte und die Bewegung einschränkte, sodass sich das Druckobjekt allmählich verschob. Daher baute ich mir mit zwei Stühlen und einem Besen eine stabile Spulenhaltung, die zuverlässig funktionierte.



Abb 26: Extruderkörper Verzogen (2024)



Abb 27: Dremel DigiLab 3D45 3D-Drucker (2024)

Während des Drucks der restlichen Teile stellte ich fest, dass zwei Druckdateien nicht richtig funktionierten. Trotz mehrfacher Versuche, dem Verschmelzen überlappender *Vertices* in Blender und dem erneuten Slicen im Dremel DigiLab 3D Slicer hafteten die ersten Schichten nicht auf dem Druckbett. Ich versuchte im Slicing-Programm das Objekt so zu drehen, dass der Großteil der Unterfläche das Druckbett nicht berührt. Des Weiteren arbeitete ich mit Supportstrukturen, die das Objekt tragen sollten, um für mehr Halt zwischen Objekt und Druckbett zu sorgen. Dies funktionierte einwandfrei.

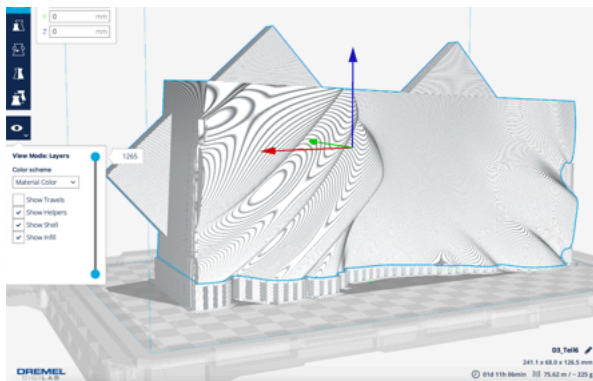


Abb 28: Druckobjekt uneben (2024)

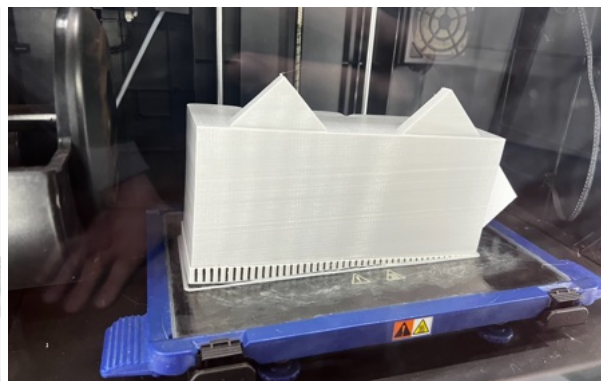


Abb 29: 3D-Druck uneben (2024)

Nachdem alle Modellteile gedruckt waren, begann ich zunächst mit dem Schleifen. Dafür verwendete ich Schleifpapier mit einer Körnung 300. Anschließend bestrich ich die Kontaktflächen der Teile mit Pattex-Kleber und fügte sie zusammen. Diesen Kleber benutze ich des Weiteren als Spachtelmasse, um die verbliebenen Zwischenräume zu füllen. Nach dem Aushärten des Klebers besprühte ich das Relief mit grauer Farbe, um die Übergänge zwischen den Modellteilen zu kaschieren. So war das Ornamentstück schließlich fertiggestellt.



Abb 30: Teile des Ornamentstückes (2025)



Abb 31: Teile des Ornamentstückes zusammengeklebt (2025)



Abb 32: Ornamentstück mit Farbe (2025)

5.3 Erstellung des Animationsfilms

Zum Ornamentstück sollte auch ein Kurzfilm gezeigt werden, der in einer Schleife läuft. Ziel war es, das ehemalige Hauptgebäude des Nordsee-Sanatoriums und das Relief „Formen fürs Gefühl“ zu zeigen. Dabei sollte der Film Größe und Ausstrahlung dieses Kunstwerks verdeutlichen.

Im Jahr 2020 ließ der Nordsee-Kurpark e.V. ein 3D-Modell des Hauptgebäudes des Nordsee-Sanatoriums anfertigen. Dafür wurden die alten, noch erhalten gebliebenen Baupläne des Gebäudes genutzt, um das Modell in Blender genauestens nachzubauen. Dieses Modell wurde mir zur Verfügung gestellt, um den Animationsfilm umzusetzen.

Zu Beginn überlegte ich mir, was mit dem Film ausgedrückt werden sollte. Zum einen sollten die Zuschauer ein Verständnis von Form und Aufbau des

Nordsee-Sanatorium-Hauptgebäudes bekommen. Zum anderen sollte der Animationsfilm dem Besucher ein Gefühl für die Ästhetik und Größe des Gebäudes vermitteln. Sie sollten ein Verständnis dafür bekommen, wo das Relief „Formen fürs Gefühl“ ursprünglich angebracht war und welches Teilstück des Reliefs als Modell ausgestellt wird.

Als nächstes schaute ich mir das 3D-Modell in Blender an und überlegte mir passende Kamerafahrten. Um das Interesse der Zuschauer nicht zu verlieren, einigte ich mich mit dem Nordsee-Kurpark e.V. auf eine Videolänge von ca. 45 Sekunden. Das erste $\frac{3}{4}$ des Filmes sollte dabei auf die Architektur des Hauptgebäudes eingehen, der letztere Teil das Ornament mit einer Markierung des ausgestellten Reliefteilstücks zeigen.

Ich fügte dem Modell fehlende Texturen hinzu und erstellte mit einem *Image as Plane* (Champ14, o. D.) eine Grünfläche als Untergrund, welche ich im Shading Editor bearbeitete.

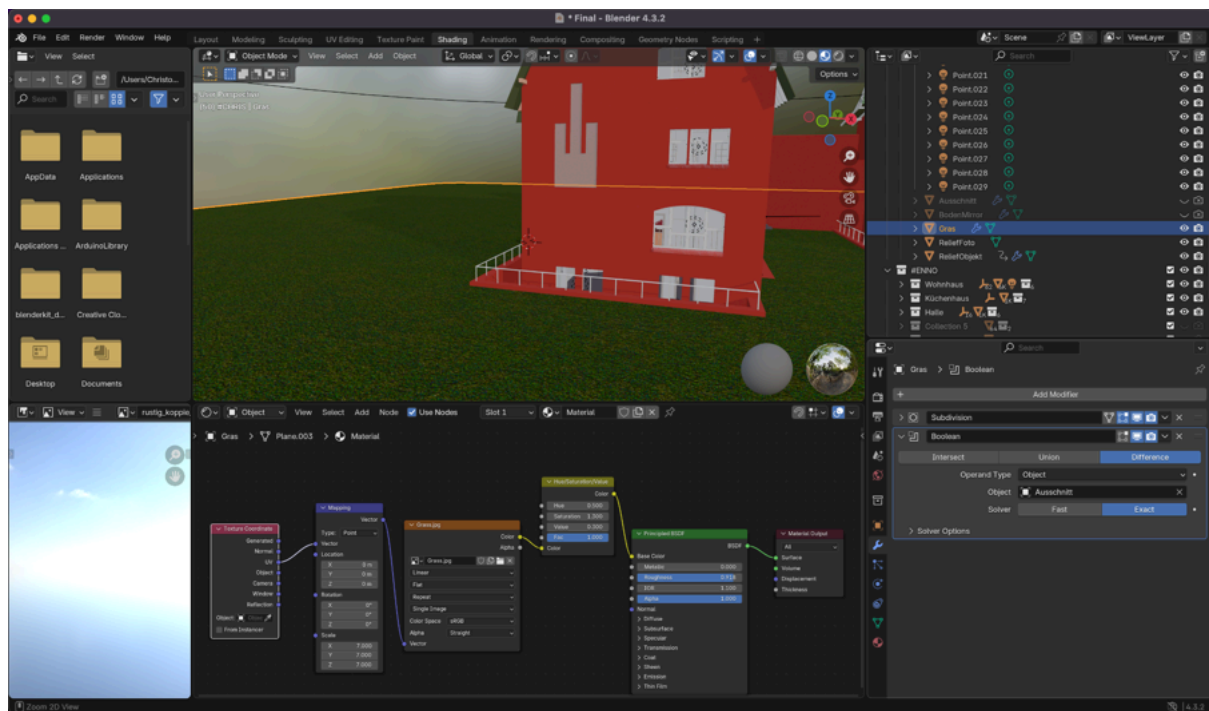


Abb 33: Animationsfilm, Blender, Grünfläche (2025)

Als nächstes erstellte ich die Kamerafahrten. Dies tat ich entweder durch das direkte Animieren der Kameraposition mit Keyframes oder durch das Benutzen eines Pfades, welchen ich als Parent mit der Kamera kombinierte. Mithilfe von Markierungen in der Timeline konnte ich in einem Projekt über *Marker > Bind Camera to Marker* alle meine Szenen mit unterschiedlichen Kameras definieren. Um eine realistische Schattierung zu erzielen, fügte ich der Szene eine *Sun*-Lichtquelle hinzu und verteilte in dem Gebäude mehrere *Point*-Lichter.

Für das Relief benutzte ich ein Image as Plane. Ich fügte das modellierte Ornamentstück hinzu und animierte ein *GPencil* der die Stelle am Relief markiert, die ausgestellt wird. Für die Kamera aktivierte ich die Tiefenschärfe (*Depth of Fields*) mit einer *Focus Distance* von 1.9 m. Für jede Szene erstellte ich einen kleinen Würfel, den ich der jeweiligen Kamera unter *Focus on Object* zuwies. Auf diese Weise konnte ich die Position der Würfel animieren und dadurch den Fokus der Kamera dynamisch anpassen, was das Einstellen des Fokus deutlich erleichterte. Unter den *Render Properties* aktivierte ich einen *Motion Blur* mit einem *0.1 Shutter* und stellte die *Render Engine* auf *Cycles*. Der Animationsfilm soll in FullHD gezeigt werden. Nach mehreren Test-Rendern stellte ich fest, dass mit einer Auflösung von 1920 x 1080 px die Bilder trotzdem verpixelt aussehen. Aufgrund dessen entschied ich mich, die jeweiligen Szenen in einem 2560 x 1440 px Format zu rendern. Als ich mit den Test-Rendern zufrieden war, begann ich mit dem Rendern der Szenen. Alle Szenen, abgesehen von der Relief-Einstellung mit dem modellierten Ornamentstück und dem Grease Pencil, exportierte ich in einem Stück als MP4-Datei. Die Relief-Einstellung renderte ich in verschiedenen Ebenen: die Umgebung als MP4 und den Grease Pencil sowie das Ornamentstück als PNGs mit RGBA-Kanälen für einen transparenten Hintergrund. Die jeweiligen Szenen setzte ich in Final Cut Pro X aneinander und exportierte das Video in Full HD.

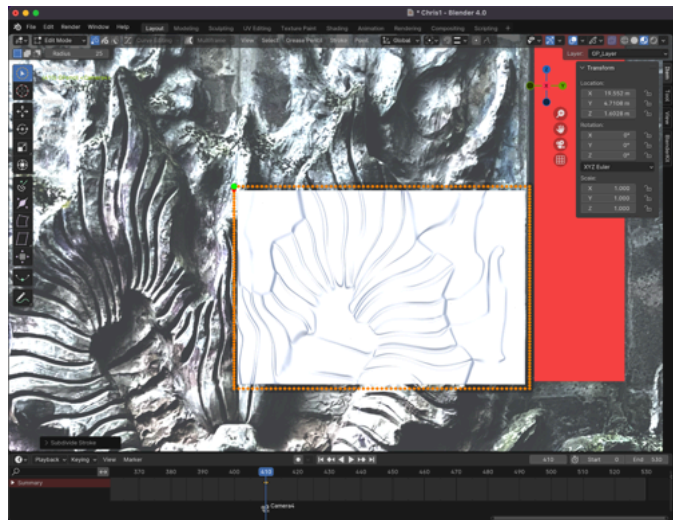


Abb 34: Animationsfilm, Blender, GPencil (2025)



Abb 35: Animationsfilm, finaler Frame (2025)

5.4 Integration der Komponenten in die Ausstellung

Für das Anbringen des Ornamentstückes besorgte ich mir zwei Haken. Das Modell und der Animationsfilm sollten in Raum 3 - Sanatoriumsareal ausgestellt werden. Dafür schraubte ich die Haken in die Holzwand und nutzte die eingebauten Aufhängevorrichtung auf der Rückseite des Ornamentstücks, um es in hüfthoher Position aufzuhängen.



Abb 36: Ornamentstück, Aufhängevorrichtung (2025)

Für den Animationsfilm stellte der Nordsee-Kurpark e.V. ein Samsung Galaxy S7 FE, 12,4 Zoll Tablet zur Verfügung. Den Film konnte ich auf den lokalen Speicher des Tablets kopieren und mit dem Home-Bildschirm verlinken. Wenn man über dem Home-Bildschirm den Film öffnet, wird dieser automatisch in einer Schleife abgespielt. Das Display montierte ich auf eine Halterung die ich wiederum über dem Ornamentstück anbrachte. Des Weiteren wurde der Animationsfilm in die Website der digitalen Ausstellung auf der Unterseite „Raum 3“ mit eingebaut (Nordsee-Kurpark e.V., 2025).



Abb 37: 3D-Modell und Animationsfilm in der Ausstellung (2025)

6. Entwicklung der Website

6.1 Anforderungen und Features

Vor dem Entwickeln der Website musste ich mir zunächst einen Überblick darüber verschaffen, welche Anforderungen und Features umgesetzt werden sollen. Dafür setze ich mich mit dem Nordsee Kurpark e.V. zusammen. Wir erstellen gemeinsam eine Liste mit Zielen, die erfüllt werden sollen.

Die bisherige offizielle Website des Nordsee Kurpark e.V., welche 21 Menüfelder hat, ist für den durchschnittlichen Besucher nicht attraktiv und einladend. Sie soll für die Zukunft in erster Linie für Vereinsmitglieder gedacht sein, um aktuelle Projekte und Neuigkeiten des Vereins zu verfolgen.

Die neue Website sollte sich an potenzielle Besucher, an Gäste vor Ort sowie an Interessierte richten, die die Ausstellung nicht persönlich besuchen können.

Dafür musste die Seite ansprechend und übersichtlich mit weniger Menüpunkten gestaltet sein.

Die Hauptfunktion der Seite sollte ein digitaler Rundgang der Ausstellung sein. Dieser sollte Texte, Bilder, Videos und Audiodateien beinhalten.

Es sollten aber auch die schon digital bestehenden Angebote auf der Seite integriert sein. Darunter fiel der Audioguide für den Kurpark, die Klima-Therapie-Webapp und die Vereins-Website. Somit hätte man eine Website mit allen Inhalten, die für den Besucher relevant sind.

Da für die Umsetzung der Website weder Datenbanken noch ein Backend erforderlich waren, beschränkten sich die technischen Anforderungen ausschließlich auf das Frontend.

6.2 Gestaltung und Designkonzept

Zu Beginn machte ich mir über den Stil der Seite Gedanken. Für lange Texte wählte ich die Schriftart Helvetica. Für Titel und kurze Texte wählte ich Avenir Roman, eine Schriftart, die der Nordsee Kurpark e.V. unter anderem auf ihren Flyer oder der Klimatherapie-Webapp eingesetzt hatte.

Die Farben sollten relativ schlicht sein, gleichzeitig aber einen Bezug zur Ausstellung haben. Ich entschied mich für die Farben Grün, Braun und Grau welche als Hintergrundfarben für die Infotafeln in der Ausstellung genutzt wurden. So wäre die Website für den Besucher vor Ort farblich mit der Ausstellung abgestimmt.

Komponenten der Website sollten wie auf den Infotafeln in der Ausstellung abgerundet sein, um noch mehr den Stil des Museums zu übernehmen. Um einen ersten Eindruck zu bekommen, erstellte ich mit diesen Informationen ein Moodboard.

Als nächstes überlegte ich mir den Aufbau für die Website. Es sollte eine Startseite mit einer Übersicht der Unterseiten geben. Dabei sollte die Startseite mit einem Video im Header und vielen Bildern auf den Besucher einladend wirken.

Für jeden der drei Ausstellungsräume, die jeweils die Themen Lebensreform, Klimatherapie und Architektur behandeln, plante ich Unterseiten. Zudem sollte es einen Menüpunkt Audioguides geben, über den man auf den Audioguide des Kurparks und auf die Audiofiles der Ausstellung Villa Ludwig kommt. Des Weiteren sollte im Menü die Klimatherapie Webapp verlinkt sein und eine Kontaktseite angeboten werden, über die die Vereinsseite des Nordsee-Kurpark e.V. erreicht werden kann. Mit diesen Informationen erstellte ich eine Sitemap.

Danach begann ich in Adobe XD einen Prototypen für das Computer-Format (Displaybreite > 750 px) zu entwickeln. Dafür erstellte ich in Adobe Illustrator für jede Seite der Website Bilder.

Alle Seiten sollten dabei die gleiche Shell haben. Im Header kommt zu Beginn der Titel, gefolgt von einem ausklappbaren Menü. Oben links befindet sich ein ausfahrbarer Button, um die Sprache zu verstellen. Im Footer findet man das Impressum und das Logo des Nordsee-Kurpark e.V..

Die Startseite der Website fängt mit einem Video an. Unter Kollektion findet man zu jedem der drei Ausstellungsräume einen Button mit einer Hintergrundfarbe, einem Titel und einem Bild. Über diese Buttons gelangt man auf die jeweiligen Unterseiten.

Unter Weiteres ist der Audioguide zum Kurpark und die Klimatherapie-Webapp verlinkt. Der Zugriff auf diese Seiten erfolgt über Buttons, die im gleichen Stil wie die unter Kollektion gestaltet sind.

Die Unterseiten für die Ausstellungsräume fangen mit einem Bild des jeweiligen Raumes an. Der Inhalt besteht aus Text, Bildern, Videos und wird in ausfahrbaren Inhalte-Button eingebaut. Die Audiofiles für die jeweiligen Kapitel sind dabei unter dem ausfahrbaren Inhalte-Button aufgereiht. Somit bleiben die Seiten auch bei mehreren Kapiteln mit Inhalten für den Benutzer übersichtlich.

Nach dem Erstellen der Seiten importierte ich diese in Adobe XD und verknüpfte sie miteinander. Damit machte ich den ersten Usability-Test mit den folgenden Aufgaben:

1. Sie möchten sich über das aktuelle Wetter im Kurpark informieren. Wie gehen Sie vor?
2. Sie befinden sich als Museumsbesucher vor Ort im ersten Raum und möchten das Audio-File 1897 auf der Infotafel Woher kommt dieser Wald am Watt anhören. Wie gehen Sie vor?
3. Sie möchten sich von zuhause aus über den Abschnitt Woher kommt dieser Wald am Watt im Kapitel „Lebensreform“ informieren. Wie gehen Sie vor?
4. Haben Sie Verbesserungsvorschläge?

Bei dem Usability-Test stellte sich heraus, dass die Benutzer Schwierigkeiten hatten, den Audioguide im Kurpark von den Audiodateien der Ausstellung zu unterscheiden. Aufgrund dessen strukturierte ich das Menü in folgende Punkte um: Ausstellung, Kurpark und Kontakt. Unter Ausstellung kann man nun zwischen den Ausstellungsräumen wählen, unter Kurpark findet man die Links zum Audioguide des Kurparks und zur Klimatherapie-Webapp und unter Kontakt kommt man auf die Kontaktseite der Website. Außerdem wurde gewünscht, über einen ausfahrbaren Einstellungs-Button die Sprache zu verstellen, zwischen dem Ansichtsmodus Light- und Dark-Mode zu wechseln und die Textgröße verändern zu können.

Mit dem erhaltenen Feedback begann ich einen Prototypen für das Mobile-Format zu erstellen (Displaybreite ≤ 750 px). Anders als beim Computer-Format sollte hier um auf das Menü zu gelangen ein Burgermenü-Icon oben rechts eingebaut werden. Durch das Menü gelangt man in dem Mobile-Format gleichzeitig zum Einstellungs-Button, der sich aus- und einfahren lässt.

Nach dem Erstellen der Seiten als PNGs importierte ich diese in Adobe XD und verknüpfte sie miteinander. Anschließend führte ich damit einen weiteren Usability-Test durch, bei dem ich die bestehenden Fragen aus dem ersten Test erneut verwendete. Zusätzlich ergänzte ich eine fünfte Frage: Wie wechseln Sie zur hellen Ansicht?

Beim zweiten Usability-Test stellte sich heraus, dass die Vereinsseite des Nordsee-Kurpark e.V. stärker in den Vordergrund gestellt werden musste. Dafür

fügte ich auf der Startseite unter Kurpark einen weiteren Button für den Verein Nordsee-Kurpark e.V. hinzu.

Des Weiteren wurde gewünscht, die Adresse der Ausstellung mit auf der Startseite unter den Ausstellungs-Informationen aufzuführen.

Die Position des Einstellungs-Buttons im Menü sollte weiter nach rechts verschoben werden, damit beim Ausfahren des Buttons weniger vom Menü verdeckt wird.

Zudem wurde vorgeschlagen, die Audiodateien der jeweiligen Ausstellungsräume mit in den ausfahrbaren Inhalte-Buttons einzubauen.



Abb 38: Website-Design, Moodboard (2025)

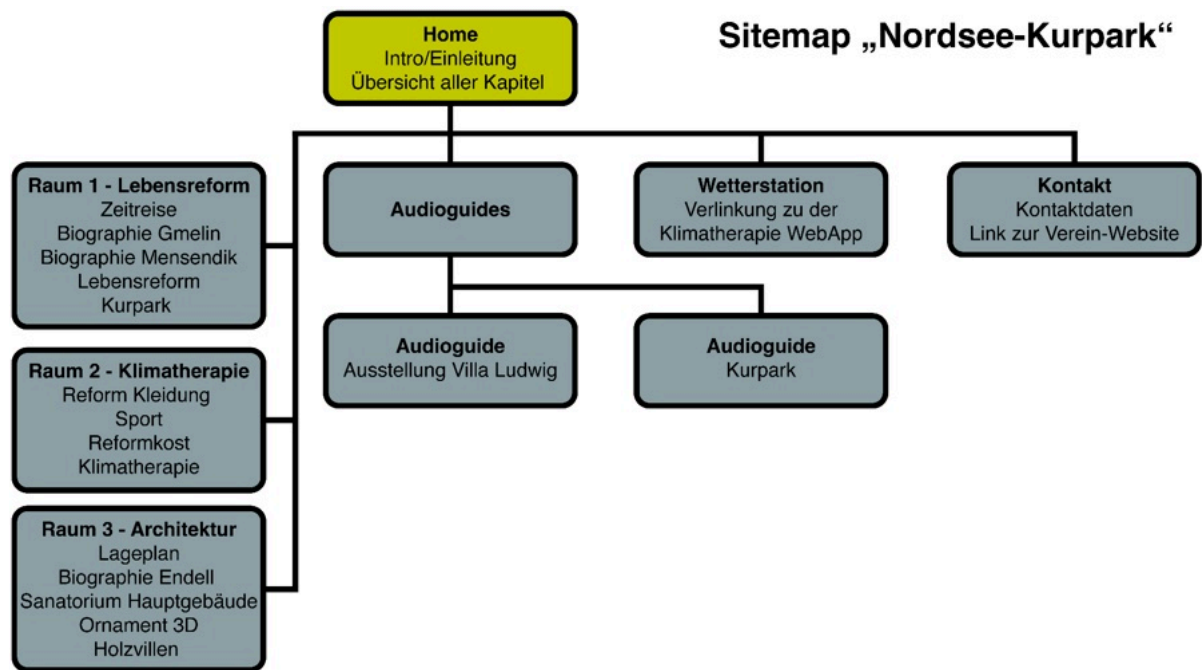


Abb 39: Website-Design, Sitemap (2025)

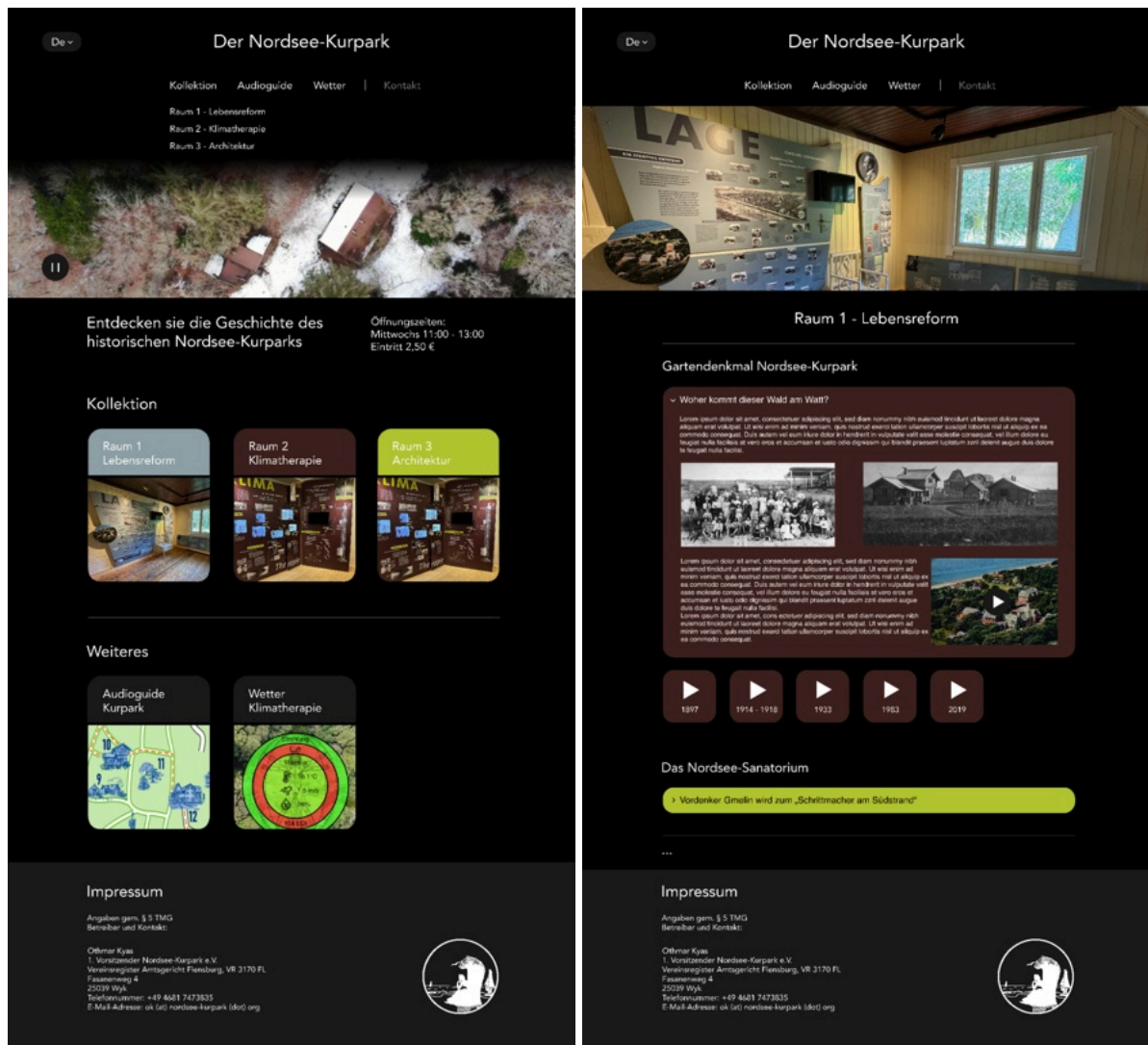


Abb 40: Website-Design, Computer-Format (2025)

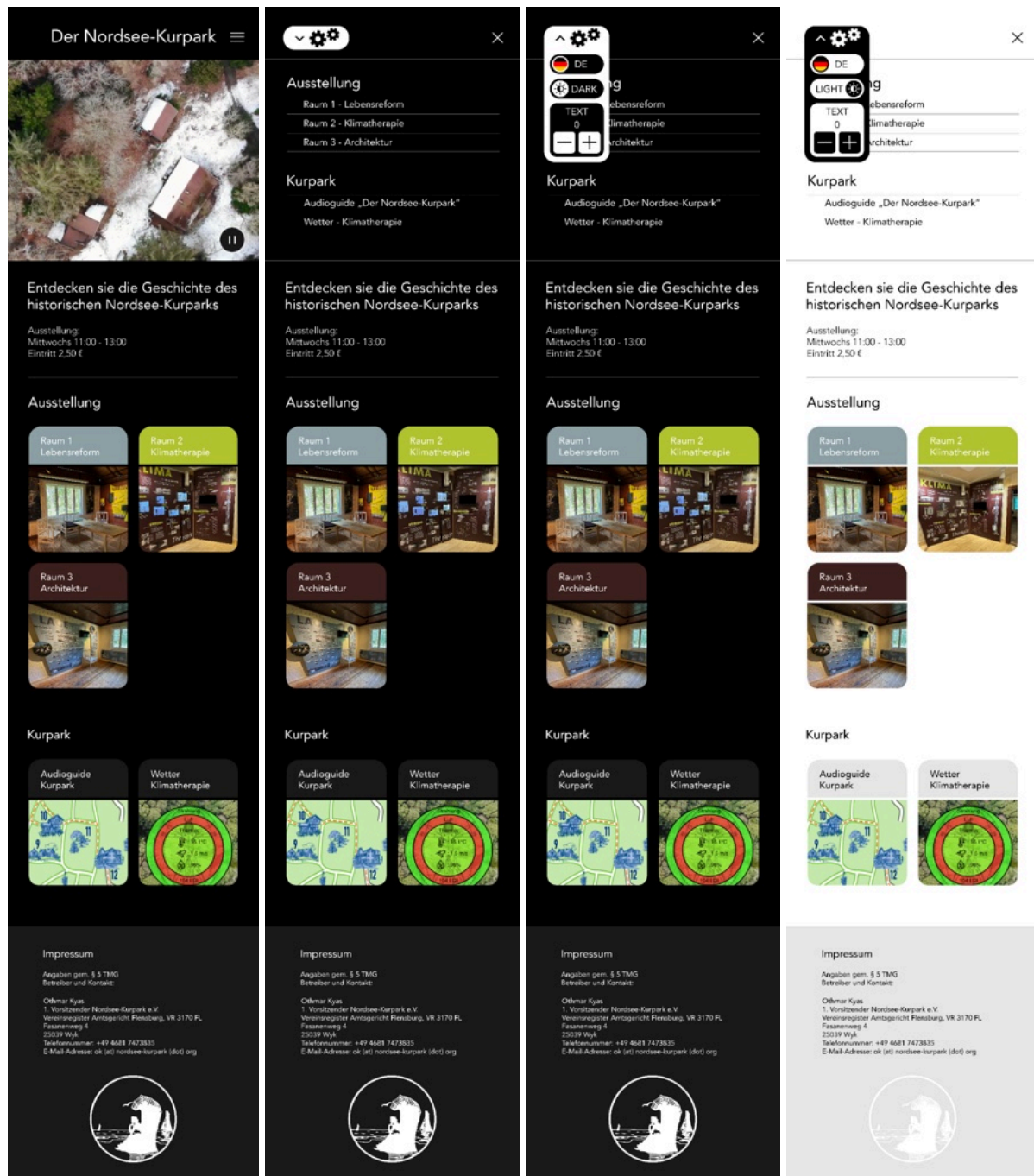


Abb 41: Website-Design, Mobile-Format (2025)

6.3 Technische Umsetzung

Für das Erstellen der Website entschied ich mich, Typescript mit React zu benutzen. Dies bietet im Vergleich zu reinem HTML, CSS und JavaScript viele Vorteile. Zum Beispiel die statische Typprüfung, die viele Fehler bereits während der Entwicklungsphase erkennt und verhindert. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit, eine Benutzeroberfläche in wiederverwendbare Komponenten zu unterteilen.

Als IDE entschied ich mich für Webstorm. Ich erstellte über Vite ein neues Projekt, bei dem ich unter Template React definierte.

Des Weiteren nutzte ich den Node Package Manager, um Typescript und React zu installieren, Zugriff auf moderne JavaScript-Bibliotheken zu haben und die Entwicklungsumgebung zu starten.

In meine App.tsx importierte ich meine Seiten: IndexPage.tsx, Raum1Page.tsx, Raum2Page.tsx, Raum3Page.tsx und KontaktPage.tsx.

Ich erstellte einen LanguageContext.tsx für das Verstellen der Sprache auf den Seiten. Die Sprache wird dabei im LocalStorage gespeichert, sodass die Auswahl des Benutzers zwischen Sitzungen erhalten bleibt. Ist der LocalStorage leer, wird als Standardsprache Deutsch gewählt.

Des Weiteren erstellte ich einen DarkModeContext.tsx für das Verstellen der Farben. Auch diese Komponente nutzt den LocalStorage, um diesen booleschen Wert zu speichern.

Für die Font-Size, die sich bei Bedarf ändert, wird zunächst geprüft, ob die Website im Computer- oder Mobile-Format aufgerufen wurde. Dementsprechend werden im LocalStorage bestimmte Werte für folgende Props definiert: –dynamic-font-size-h1, –dynamic-font-size-h2, –dynamic-font-size-h3 und –dynamic-font-size-textSeite.

Dabei setzt sich der Wert aus einem Counter (null bis fünf) zusammen, der mit einem scaleFactor multipliziert und mit unterschiedlich großen Parametern addiert wird. Diesen Counter kann der Benutzer durch den BarriereButton verstellen. Im CSS definierte ich die Font-Size mit var() und meinen unterschiedlichen –dynamic-font-size-Werten. Für die Farbe von BODY und Text arbeitete ich im CSS mit Standardwerten schwarz und weiß, welche im LocalStorage gespeichert werden. Somit wird die Farbe automatisch zum Ansichtsmodus dynamisch angepasst.

In der App.tsx wurde des Weiteren eine Layout-Komponente Shell.tsx eingebaut. Diese beinhaltet den Header und Footer, die für alle Seiten gleich sind.

Im Header befinden sich der Titel und das Menü. Der Einstellungs-Button ist dabei oben rechts neben dem Titel. Ruft man die Website im Computer-Format auf (`!window.innerWidth <=750`), wird die Komponente MenuCom.tsx benutzt. Dort werden die Menüpunkte unter dem Titel aufgereiht. Drückt man auf einen dieser Menüpunkte, öffnen sich durch OnClick die jeweiligen Menüunterpunkte mit einem Background, welcher mit Linear-Gradient gestylt wurde und je nach DarkMode-Einstellung zwischen Schwarz und Weiß wechselt.

Ruft man die Website im Mobile-Format auf (`window.innerWidth <=750`), wird die Komponente MenuMobile.tsx benutzt. Diese beinhaltet den Titel und ein Burgermenü oben rechts. Dieses verwendet den React-useState-Hook, um den Zustand des Menüs (offen/geschlossen) zu verwalten. Öffnet man das Menü, wird ein Menu-Overlay aktiviert, welches die Menü-Unterpunkte beinhaltet. Das Burgermenü icon wird deaktiviert und ein Kreuz-Icon zum Schließen des Menüs erscheint. Der Einstellungs-Button ist dabei links neben dem Kreuz im Menü positioniert.

Im Footer befindet sich das Impressum und das Logo des Nordsee-Kurpark e.V.. Dieses Logo zeichnete ich in Adobe Illustrator nach und erstellte daraus eine schwarzweiße Version. Bei dem booleschen Wert `DarkMode=true` ist die Hintergrundfarbe des Footers Dunkelgrau, wobei die weiße Version des Vereinslogos genutzt wird. Wenn `DarkMode=false` gesetzt ist, dann ist die Hintergrundfarbe des Footers hellgrau, wobei die schwarze Version des Vereinslogos genutzt wird.

Bei dem Wert `!isMobile` ist dazu das Logo rechts neben dem Impressum, bei `isMobile` ist das Logo unter dem Impressum.

Des Weiteren definierte ich in der `App.tsx` Routes, über die man auf alle Seiten zugreifen kann.

Für die Startseite `IndexPage.tsx` schnitt ich mit Drohnenaufnahmen aus dem digitalen Vereinsarchiv ein Intro-Video. Dabei achtete ich darauf, besonders freundliche Aufnahmen auszuwählen, eine einladende Farbgestaltung zu schaffen und zu zeigen, wo sich die Ausstellung befindet.

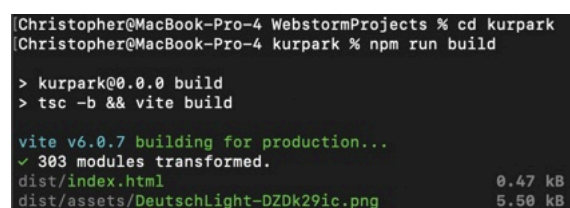
Dieses Video wurde in die Startseite eingebunden und bekam zum Stoppen und Starten einen Button links unten in die Ecke.

Ich erstellte eine `AusstellungButton.tsx` Komponente welche die Props `DarkMode`, `imageSrc`, `linkTo` und `BackgroundColor` bekam. Damit konnte ich diese Komponente für weitere Verlinkungen nutzen.

Für die Unterseiten Raum 1 bis 3 erstellte ich die Komponente `KapitelButton`, welche die Props `DarkMode`, Hintergrundfarbe, Titel, `BlackInput`, Text, `BildSrc`, `AudioSrc`, `AudioTitel`, `AudioBild` und `VideoSrc` bekam. Ist der Button geschlossen, sieht man nur den Titel. Öffnet man den Button, fährt er aus und visualisiert alle übergebenen Inhalte. Diese füllen mit einem responsive Design die ausgefahrene Fläche des `KapitelButtons`. Somit musste ich nur eine Komponente definieren, welche ich für alle Kapitel auf verschiedenen Unterseiten nutzen konnte.

Als ich mit dem Ergebnis auf dem Computer lokal zufrieden war, erstellte ich eine optimierte Produktionsversion der Anwendung durch `npm run build` in meinem Projektverzeichnis. Dadurch werden JavaScript und CSS gebündelt, Code verkürzt, Ressourcen komprimiert und alles in einem `dist`-Ordner gespeichert (Input Output Flood LLC, 2025).

Den Inhalt des `dist`-Ordners lud ich in einen speziell eingerichteten Ordner auf dem Webserver des Nordsee-Kurpark e.V. hoch. Dieser ist über die URL `ausstellung.nordsee-kurpark.org` erreichbar. Bei den ersten Tests im Netz bemerkte ich, dass die Startseite funktionierte, aber die Unterseiten nicht gefunden wurden. Ich stellte fest, dass der Apache-Webserver, auf den ich die Website hochlud, eine



```
Christopher@MacBook-Pro-4 WebstormProjects % cd kurpark
Christopher@MacBook-Pro-4 kurpark % npm run build

> kurpark@0.0.0 build
> tsc -b && vite build

vite v6.0.7 building for production...
✓ 303 modules transformed.
dist/index.html                                0.47 kB
dist/assets/DeutschLight-DZDk29ic.png         5.50 kB
```

Abb 42: `npm run build` (2025)

.htaccess-Datei benötigt, um alle Anfragen, die nicht auf bestehende Dateien oder Verzeichnisse verweisen, auf die index.html umzuleiten. Als ich auch diese .htaccess-Datei in mein Verzeichnis hochgeladen hatte, funktionierten auch die Unterseiten der Website.

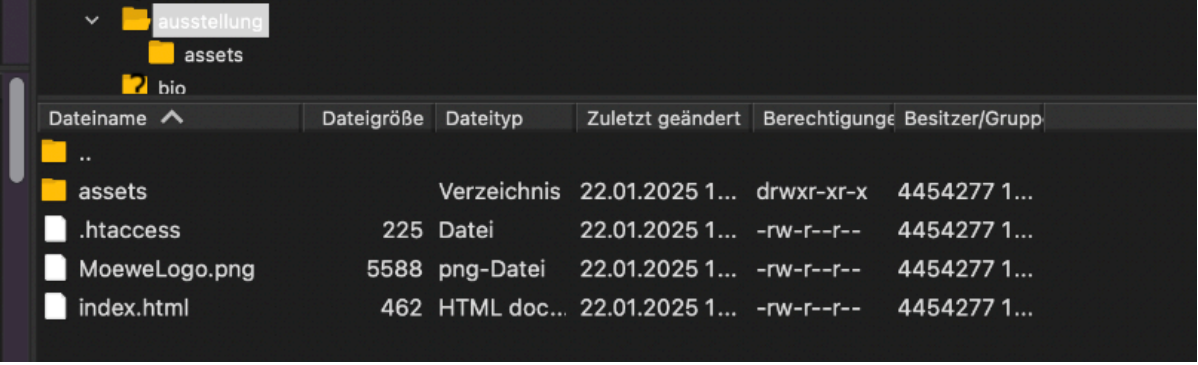
```
<IfModule mod_rewrite.c>
  RewriteEngine On
  RewriteBase /
  RewriteRule ^index\.html$ - [L]
  RewriteCond %{REQUEST_FILENAME} !-f
  RewriteCond %{REQUEST_FILENAME} !-d
  RewriteRule . /index.html [L]
</IfModule>
```

Abb 43: .htaccess-Datei (2025)

Während des Testens der Website fand ich heraus, dass das Video auf Mobilgeräten nicht automatisch abgespielt wurde. Wenn man den Video-Button benutzte, öffnete sich das Video in einem Fenster und verdeckte die Startseite. Als ich dem Video die Attribute playInline und onClick={() => e.preventDefault()} zuwies, funktionierte das Video auch auf Mobilgeräten so, wie ich es haben wollte.

Da das Laden des Videos immer etwas dauerte, wies ich dem Video ein Poster-Attribut mit einem Bild des ersten Videoframes zu.

Auf dem Mobilgerät hatte ich andere Icons, die ich unter anderem mit content: '\25B6' definiert hatte. Um sicherzustellen, dass die Icons auf Mobilgeräten genauso wie auf dem Computer dargestellt werden, gestaltete und definierte ich diese selbst. Auch mein Favicon wurde auf Grund eines falschen Dateipfades durch npm run build nicht angezeigt. Als ich diesen Pfad anpasste fügte ich auch einen zweiten <link> mit rel="apple-touch-icon" hinzu, damit das Icon auch auf Apple-Geräten verwendet werden kann, wenn ein Benutzer die Website als Verknüpfung auf dem Homescreen speichern möchte.



Dateiname	Dateigröße	Dateityp	Zuletzt geändert	Berechtigungen	Besitzer/Gruppe
..					
assets		Verzeichnis	22.01.2025 1...	drwxr-xr-x	4454277 1...
.htaccess	225	Datei	22.01.2025 1...	-rw-r--r--	4454277 1...
MoeweLogo.png	5588	png-Datei	22.01.2025 1...	-rw-r--r--	4454277 1...
index.html	462	HTML doc...	22.01.2025 1...	-rw-r--r--	4454277 1...

Abb 44: Webserver Verzeichnis (2025)

7. Künstliche Intelligenz für Video und Audio

7.1 Videoinhalte für Informationsdisplays

Die Ausstellung Nordsee-Sanatorium umfasst insgesamt neun Displays. Ein Display dient der Visualisierung der Live-Daten der Wetterstation, ein weiteres präsentiert den Animationsfilm des Nordsee-Sanatoriums, während die übrigen sieben als Infotafeln für Informationsvideos genutzt werden.

Für das Erstellen der Infovideos erhielt ich einen Input-Ordner mit Text und Bildern. Aus diesen Inhalten sollte ich Diashow-Videos mit Textsequenzen erstellen, die jeweils eine Länge von 30 bis 45 Sekunden haben.

Dafür begann ich in Final Cut Pro X mit Grobschnitten. Als ich für alle Infovideos eine erste Struktur hatte, suchte ich mir aus jedem Film drei bis vier Bilder aus, die ich mit Hilfe von LumaLabs zum Leben erwecken wollte. Dafür lud ich das jeweilige Bild auf der Plattform hoch und ergänzte eine Beschreibung, die den Inhalt des geplanten Videos erläuterte. Bei Ergebnissen, mit denen ich nicht zufrieden war, bearbeitete ich die Beschreibung oder wechselte das Bild aus.

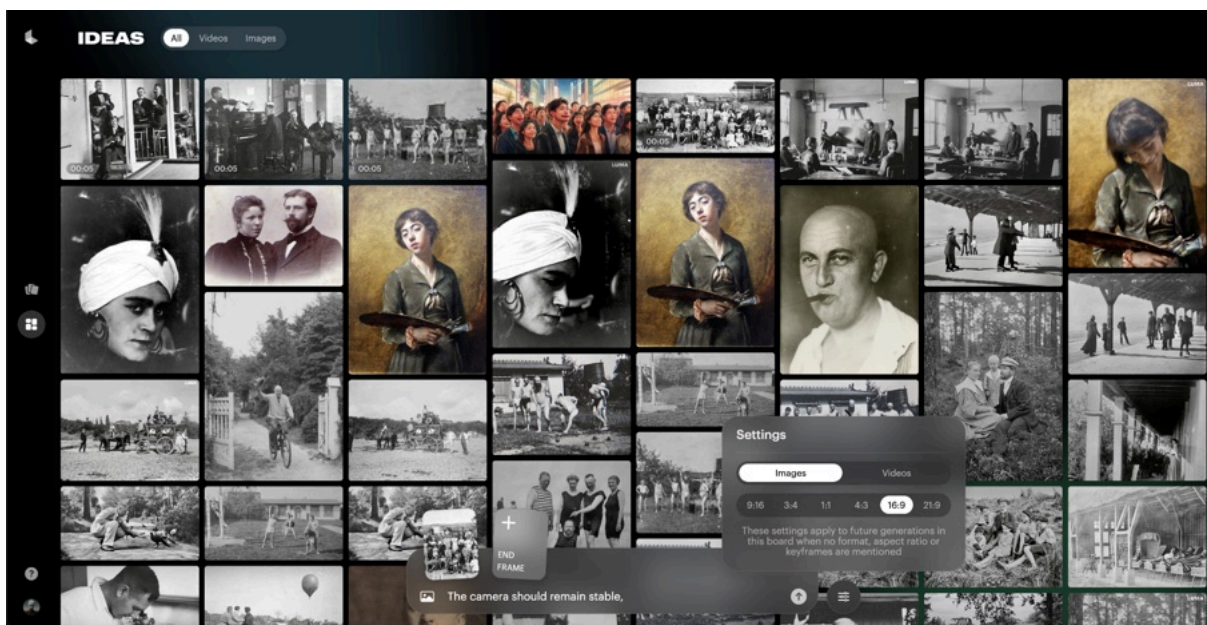


Abb 45: LumaLabs, Ideas (2025)

Ich ersetzte die Bilder durch die generierten Videos, was dem Ganzen mehr Abwechslung verlieh und es lebendiger wirken ließ.

Besonders bei Videos für die hochkant ausgerichteten Displays setzte ich auf einen geteilten Bildschirm, um unterschiedliche Inhalte gleichzeitig darzustellen und die Videos dadurch ansprechender zu gestalten.

Zusätzlich nutzte ich Masken und Anpassungen der Helligkeit, um bestimmte Bereiche von Bildern gezielt hervorzuheben. Bei farbigen Bildern oder Videos führte

ich eine Farbkorrektur durch, um die Darstellung zu optimieren. Dadurch wirken die Infovideos ansprechender und einladender.

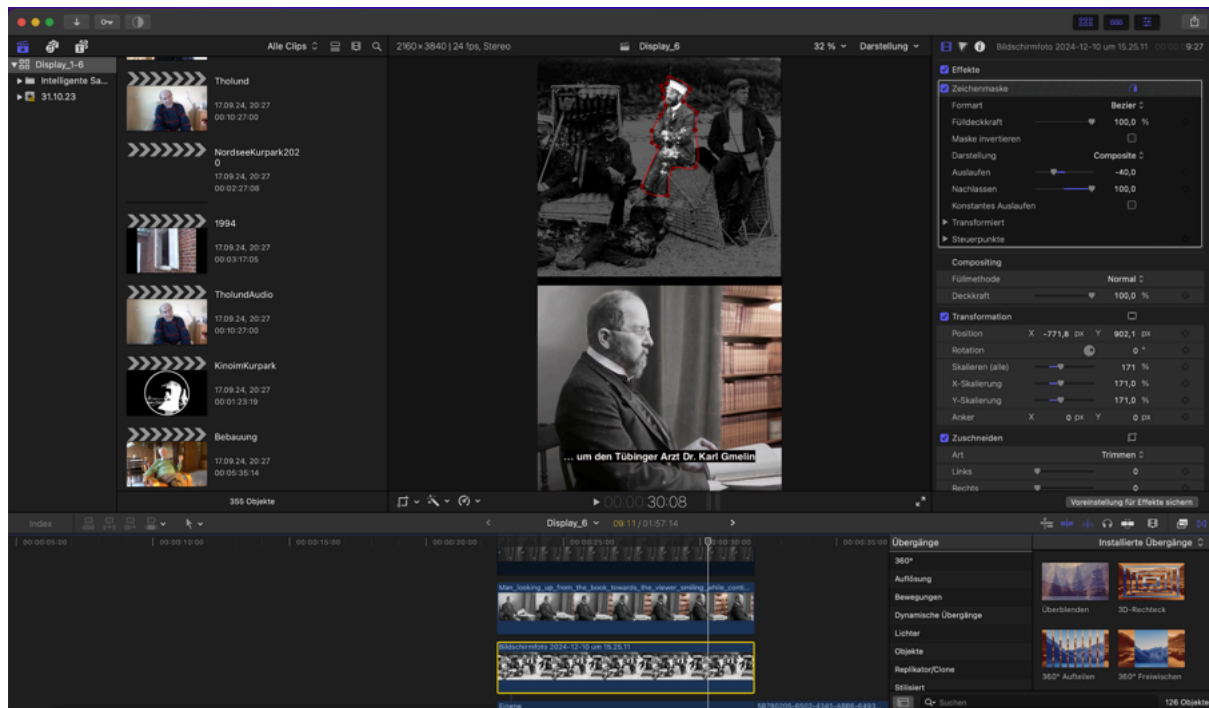


Abb 46: Final Cut Pro X, Infovideos (2025)

7.2 Audioguide

Für die 76 QR-Codes in der Ausstellung mussten 76 Audiodateien angefertigt werden. Davon hatte der Nordsee-Kurpark e.V. bereits 13 Audiodateien von einem Synchronsprecher produzieren lassen. Dies waren folgende Audiodateien für den Ausstellungsraum 1: Zeitreise Kap. 1 bis 5, Gmelin Kap. 1 bis 4 und Mensendieck Kap. 1 bis 4 (Nordsee-Kurpark e.V., 2025).

Somit mussten weitere 63 Audiodateien erstellt werden. Für diese bekam ich eine Tabelle mit dem jeweiligen Dateinamen, QR-Code und Text.

Für das Generieren der Audiodateien nutzte ich ElevenLabs, ein auf Text-to-Speech-Technologie (TTS) spezialisiertes Unternehmen. ElevenLabs bietet einen KI-Stimmen-Generator an, der realistische Stimmen generiert. Dabei kann man viele Stimm-Optionen wie Sprachstil, Geschlecht und Akzent nutzen und die Stimme mit Emotionen wie Freude, Trauer oder Aufregung versehen.

Für die Audiodateien suchte ich mir unterschiedliche Synchronstimmen, bei denen ich darauf achtete, dass sie eine besonders gute deutsche Aussprache haben. Ich setzte die Textabschnitte ein und passte die Einstellungen der Synchronstimmen an. Dabei konnte ich die Konstanz, Ähnlichkeit und stilistische Übertreibung selbst definieren. Ich generierte die Audiodateien und korrigierte falsch ausgesprochene Wörter oder Namen. Dabei wurde beispielsweise aus August Endell *August Endèll*, um das e länger aussprechen zu lassen. Außerdem musste ich die Jahresangaben

in Wörter umwandeln, da die KI diese oft falsch betonte oder sogar andere Zahlen vorlas. Sobald ich mit der Audiodatei zufrieden war, wurde diese gespeichert, bekam einen Namen zugewiesen und wurde in ein Ordner-Verzeichnis einsortiert.

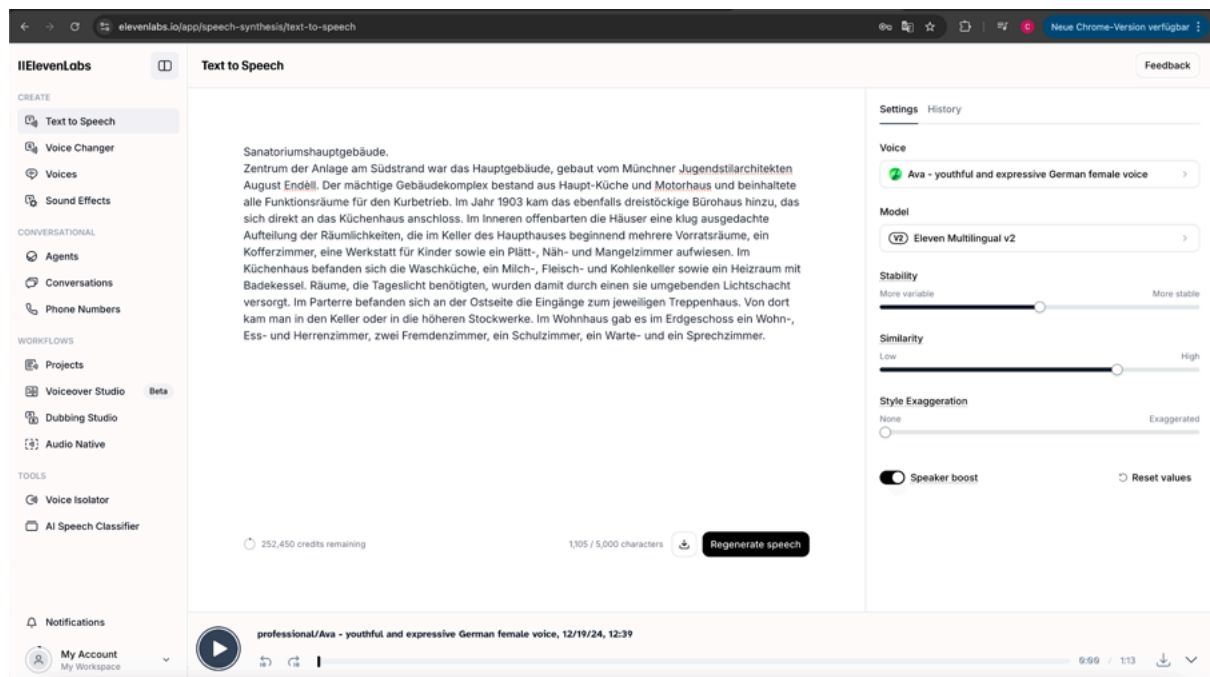


Abb 47: ElevenLabs, Text to Speech (2025)

7.3 Integration der Komponenten in die Ausstellung

Für die Informationsvideos wurden HTML-Dateien erstellt. Diese spielten die Filme in einer Schleife ab, wobei darauf geachtet wurde, den Vollbildmodus des Videos auf jedem Browser zu aktivieren: `video.requestFullscreen`, `video.mozRequestFullScreen()` für Firefox, `webkitRequestFullscreen()` für Chrome, Safari und Opera und `video.msRequestFullscreen()` für Edge.

Auf den Displays wurde die URL zu den jeweiligen HTML-Dateien mit den Informationsvideos gespeichert, über die die Filme abgespielt werden. Des Weiteren findet man die Informationsvideos auch auf den Unterseiten der Ausstellungs-Website (Nordsee-Kurpark e.V., 2025).

Für die Audiodateien wurden ebenfalls HTML-Dateien erstellt. Diese bestanden aus einem Hintergrundbild, einem Titel und einer Audiodatei. Über die QR-Codes, die in der Ausstellung zur Verfügung gestellt werden, kann der Besucher mit seinem Mobilgerät auf die HTML-Dateien zugreifen, um sich die Audiodatei anzuhören. Des Weiteren wurden die Audiodateien in die Unterseiten der Ausstellungs-Website mit eingebunden (Nordsee-Kurpark e.V., 2025).



Abb 48: Ausstellung, Informationsvideos (2025)

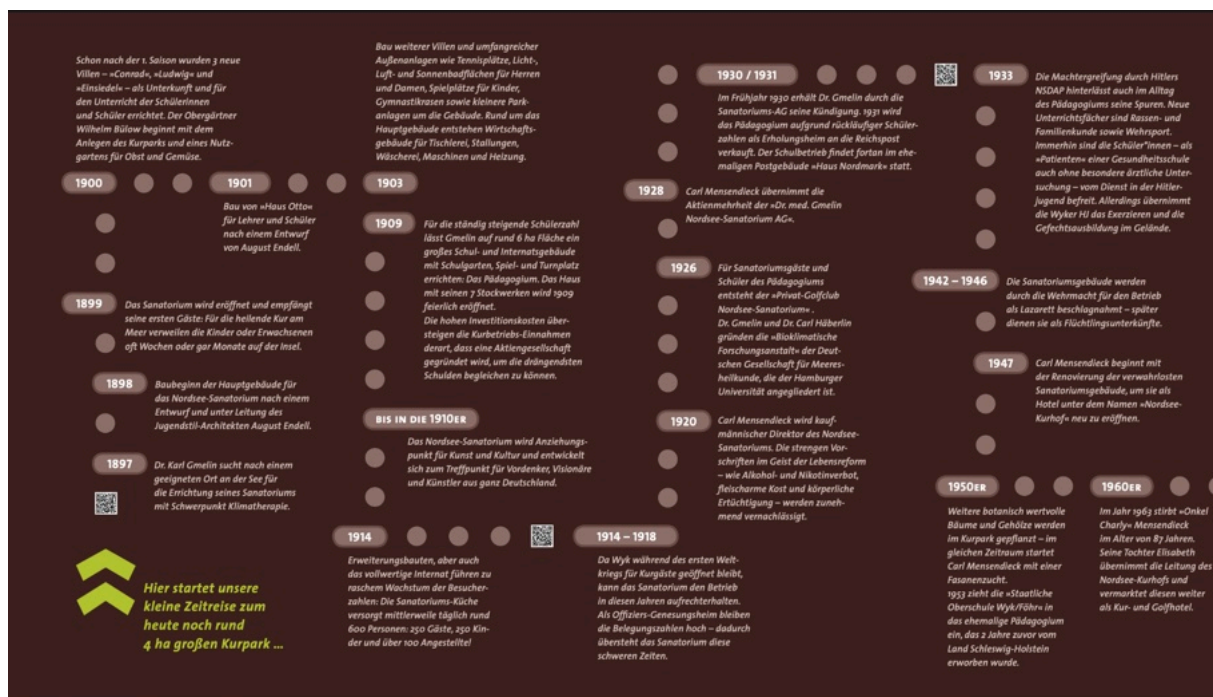


Abb 49: Ausstellung, Infotafel-Abschnitt mit Audio QR-Codes (2025)

8. Auswertung und Analyse

8.1 Umfragen

Nachdem die Website ausstellung.nordsee-kurpark.org online gestellt und alle auftretenden Fehler behoben wurden, entwickelte ich gezielt Fragen, um herauszufinden, welche Bedeutung Websites und digitale Guides für Museen haben. Auf der Plattform SurveyMonkey erstellte ich eine Umfrage. SurveyMonkey ist eine Online-Plattform, welche zum Erstellen, Verteilen und Auswerten von Umfragen genutzt werden kann (SurveyMonkey, 2025).

Mit der Erstellung der Umfrage erhielt ich einen Link den ich an potentielle Teilnehmer weiterleitete. Dabei achtete ich darauf, nicht nur junge, sondern auch ältere Personen in die Befragung einzubeziehen.

25 Probanden nahmen an der Umfrage teil.

Frage 1: Auf einer Skala von 1 (nicht wichtig) bis 10 (sehr wichtig) – Wie wichtig ist es Ihnen, dass die Inhalte der Ausstellung nicht nur vor Ort in der Villa Ludwig, sondern auch online verfügbar sind?

Frage 2: Auf einer Skala von 1 (nicht wichtig) bis 10 (sehr wichtig) – Wie überzeugend finden Sie die Website in Bezug darauf, Sie zum Besuch der Ausstellung zu motivieren?

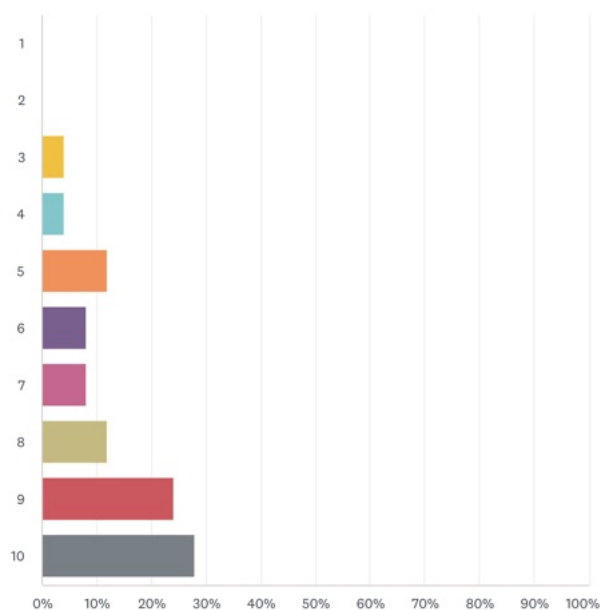


Abb 50: Digitale Umfrage, Frage 1 (2025)

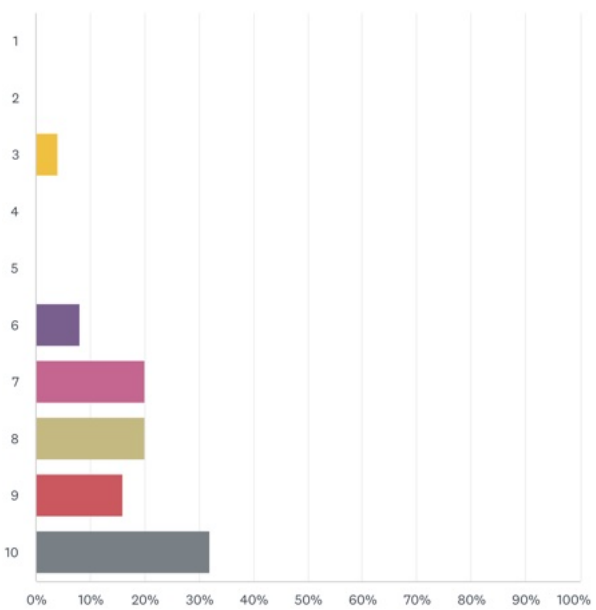


Abb 51: Digitale Umfrage, Frage 2 (2025)

Frage 3: Auf einer Skala von 1 (nicht wichtig) bis 10 (sehr wichtig) – Wie wichtig ist es Ihnen, eine zentrale Website zu haben, die alle digitalen Angebote des Kurparks bündelt (digitale Ausstellung, Audioguide, Wetterinformationen, Vereinsinfos etc.)?

Frage 4: Auf einer Skala von 1 (nicht wichtig) bis 10 (sehr wichtig) – Wie wichtig ist Ihnen Barrierefreiheit in Museen?

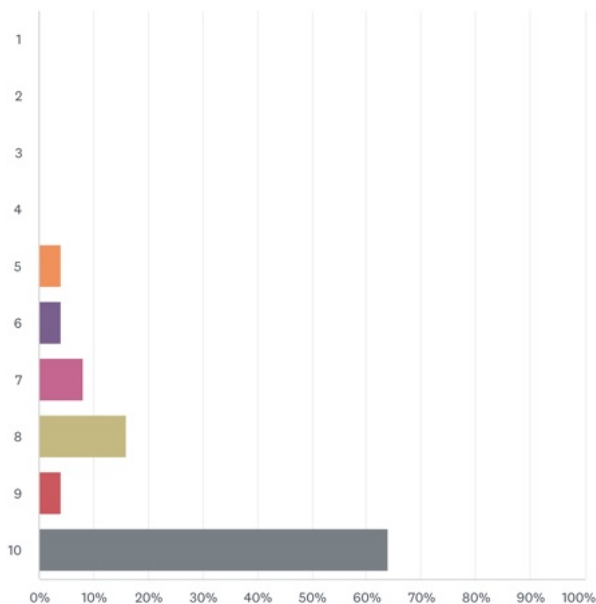


Abb 52: Digitale Umfrage, Frage 3 (2025)

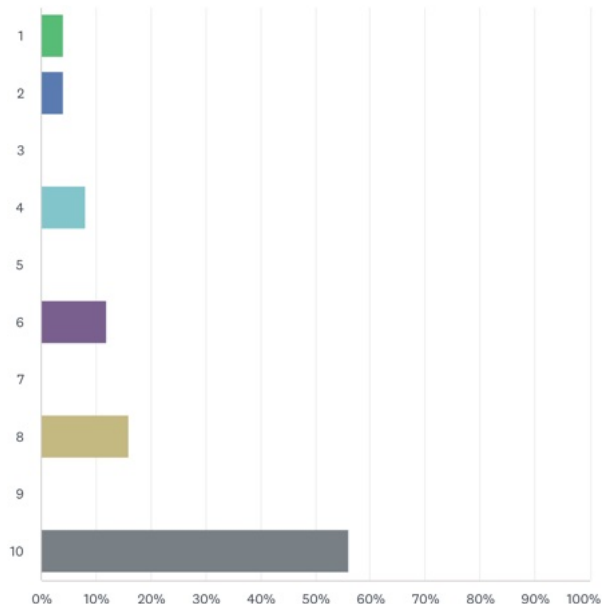


Abb 53: Digitale Umfrage, Frage 4 (2025)

Frage 5: Auf welchem Gerät haben Sie sich die Website angeschaut?

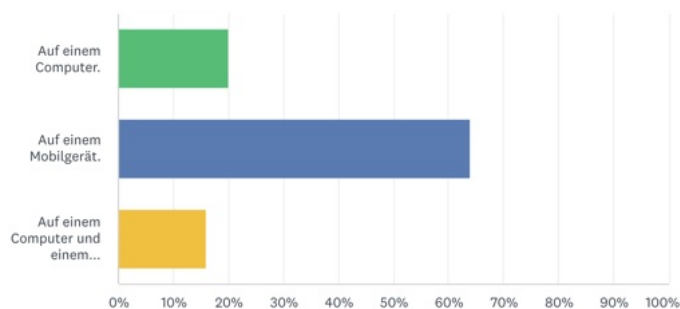


Abb 54: Digitale Umfrage, Frage 5 (2025)

Wie man aus der ersten Frage entnehmen kann, ist es den Teilnehmern wichtig, dass die ausgestellten Inhalte in Museen nicht nur vor Ort, sondern auch online zugänglich sind. Somit kann man sich online bereits Wissen aneignen, gerade wenn man nicht die Möglichkeit hat, das Museum vor Ort zu besuchen. Die online bereitgestellten Inhalte können aber auch potentielle Besucher animieren, das Museum zu besichtigen. Die Ergebnisse der zweiten Frage bestätigen dies. Sie

zeigen deutlich, dass die Teilnehmer durch die Website dazu angeregt werden, die Ausstellung des Nordsee-Kurparks zu besuchen.

Wie aus der dritten Frage hervorgeht, wird die Wissensvermittlung durch eine übersichtliche Plattform mit allen Inhalten für den Besucher erleichtert. Dies regt auch dazu an, die Website mit den Inhalten und Funktionen regelmäßig zu nutzen. Bei der vierten Frage antworteten 56% der Teilnehmer mit einer 10/10 was die Relevanz bezüglich Barrierefreiheit in Museen angeht. Dennoch fielen die Ergebnisse dieser Frage sehr gemischt aus. Es veranschaulicht, dass Barrierefreiheit für viele Besucher verzichtbar ist und nicht als Notwendigkeit angesehen wird. Obwohl Barrierefreiheit aus ethischen Gründen eine hohe Bedeutung hat und besondere Anerkennung verdient, zeigt dieses Ergebnis, dass die Bevölkerung diesbezüglich zu wenig aufgeklärt ist. Die Auswertung der fünften Frage verdeutlicht, dass 20 % der Teilnehmenden die Website auf dem Computer besucht haben, 64 % über ein Mobilgerät und 16 % beide Gerätetypen genutzt haben.

Nachdem die Audiodateien, die Informationsvideos, der Animationsfilm und das Ornament-Modell in die Ausstellung eingebunden wurden, überlegte ich mir Fragen für die Gäste vor Ort, um herauszufinden, welchen Effekt diese neuen Medien auf den Besucher haben. Dafür entwarf ich analoge Umfragebögen, die ausgedruckt und zusammen mit Stiften, sowie einer Wahlurne am Eingang der Ausstellung bereitgestellt wurden, damit die Gäste daran teilnehmen konnten. 20 Probanden nahmen an der Umfrage teil. Dabei waren das die Fragen mit den jeweiligen Ergebnissen:

Frage 1: Wie wichtig war Ihnen das 1:1 3D-Modell einer Fliese für die Einschätzung der tatsächlichen Größe des Ornaments? (Bitte markieren Sie auf der Skala)

Frage 2: Wie wichtig war Ihnen der Animationsfilm für das Verständnis von Form und Aufbau des Nordsee-Sanatorium-Gebäudes?

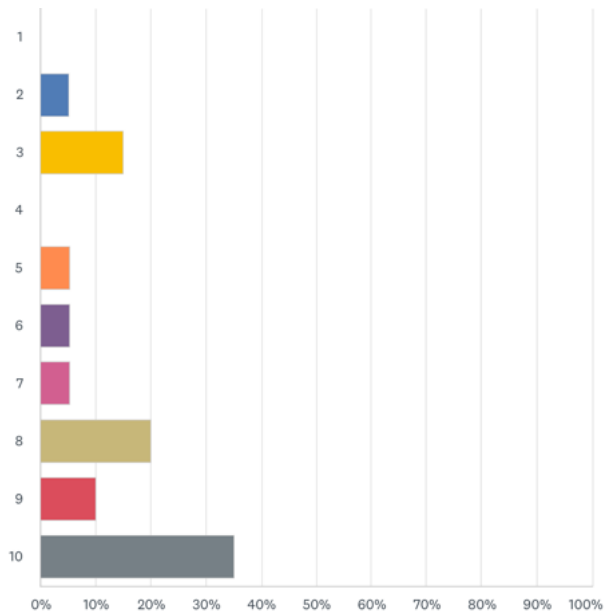


Abb 55: Analoge Umfrage, Frage 1 (2025)

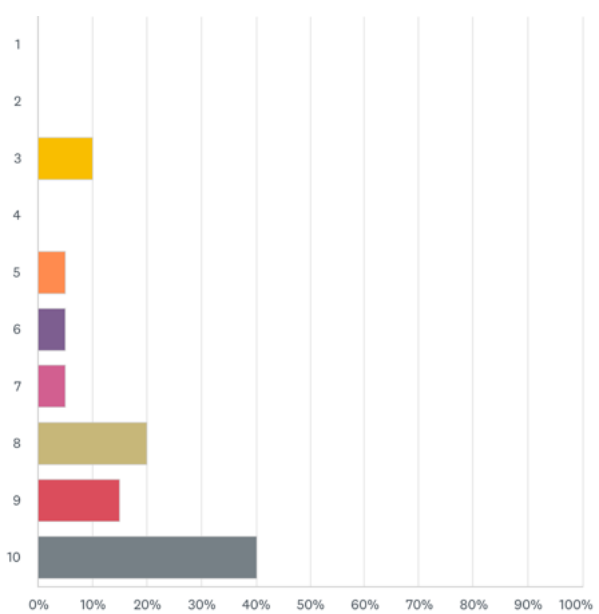


Abb 56: Analoge Umfrage, Frage 2 (2025)

Frage 3: Wie wichtig finden Sie die Präsentation von Informationen in Form von Videos?

Frage 4: Wie wichtig finden Sie die Präsentation von Informationen in Form eines QR-Audioguides?

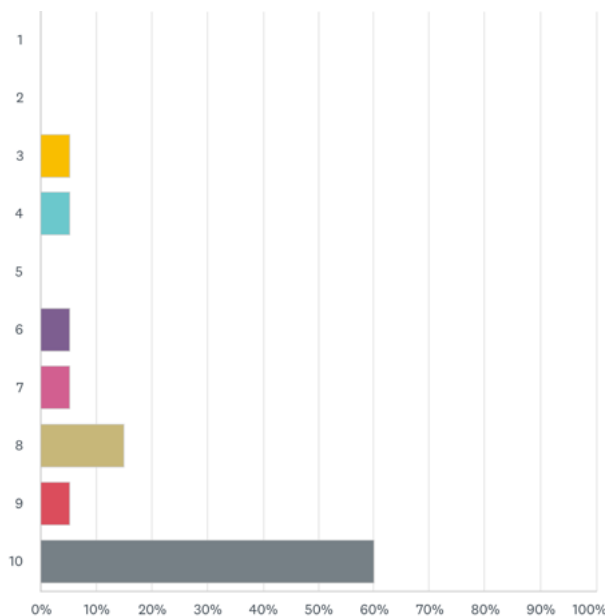


Abb 57: Analoge Umfrage, Frage 3 (2025)

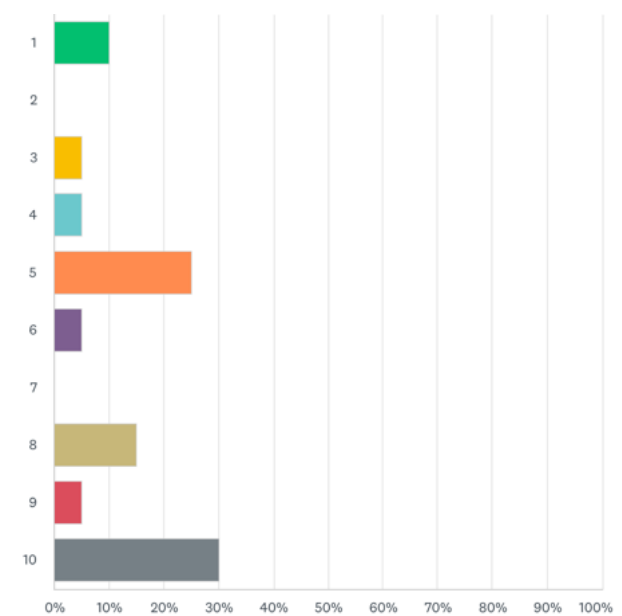


Abb 58: Analoge Umfrage, Frage 4 (2025)

Frage 5: Wie viele der präsentierten Videoinhalte haben Sie angesehen?

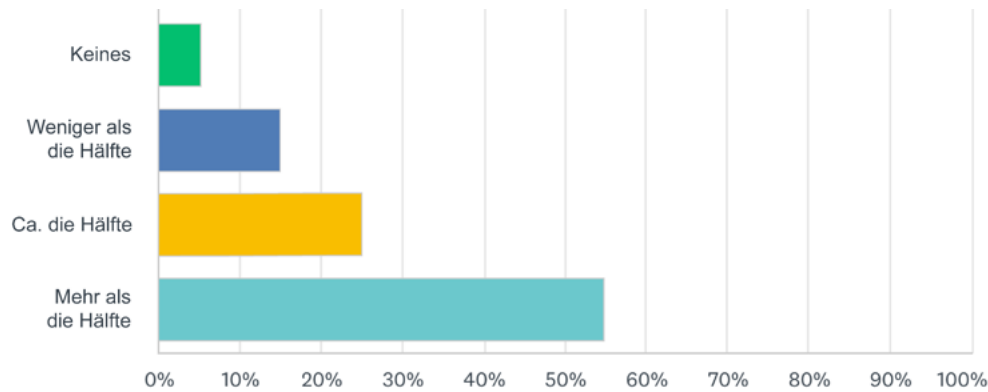


Abb 59: Analoge Umfrage, Frage 5 (2025)

Frage 6: Wie viele der über die QR-Codes bereitgestellten Audiodateien haben Sie angehört?

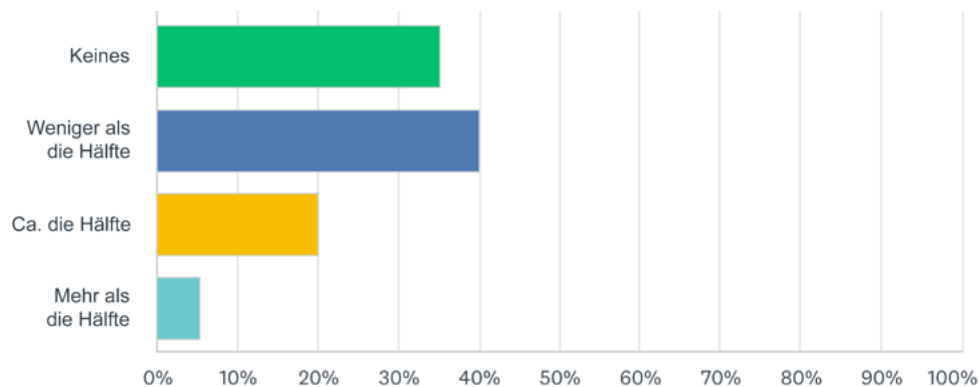


Abb 60: Analoge Umfrage, Frage 6 (2025)

7. (Optional) Was hat Ihnen an der Ausstellung besonders gut gefallen? Gibt es etwas, das wir Ihrer Meinung nach verbessern könnten?

- „Sehr liebevoll und anschaulich, ich bin Mitglied und Zeitzeuge“
- „Das restaurierte Haus selbst + in der Umgebung des Parks, Ausstellung alles Top“
- „Relief als Postkarte“
- „Mehr Infos über das Relief“
- „Gesprächspartner für Fragen und Austausch“

„Ohne Handy nicht möglich Audiodateien anzuhören“
„Animationsfilm langsamer“
„Liebevoll durchdachte Details“
„Mehrere Objekte wie die Fliese oder Originalobjekte“
„Kein eigenes Smartphone = keine Audio QR-Codes“

Wie man aus der ersten Frage entnehmen kann, half das 1:1 große Ornament-Modell vielen Besuchern, die tatsächliche Größe des Ornaments und des Sanatorium-Hauptgebäudes nachzuvollziehen.

Das Ergebnis aus der zweiten Frage zeigt, dass der Animationsfilm essentiell für das Verständnis von Form und Aufbau des Sanatorium-Hauptgebäudes und des Ornaments ist.

Anhand der dritten Frage zeigt sich, dass Informationsvideos sehr wichtig für den Erhalt von Aufmerksamkeit in der Ausstellung sind. Das Ergebnis der fünften Frage bestätigt dies: 70% der Besucher haben etwa die Hälfte der Filme oder mehr gesehen. Der Einsatz vielfältiger Medien, die leicht zugänglich sind, tragen somit zur effektiven Wissensvermittlung bei.

Bei der vierten Frage bezüglich Informationen in Form von QR-Audioguides zeigten sich gemischte Meinungen. Das Ergebnis der sechsten Frage bestätigt dies: Nur 20% der Besucher haben etwa die Hälfte der Audiodateien oder mehr angehört. 35% der Besucher haben sich keine einzige Audiodatei angehört. Obwohl versucht wurde, mit Audiodateien zu arbeiten, die Vielfalt und Abwechslung in die Ausstellung bringen sollten, wurden diese schlecht bewertet. Grund dafür ist die schwerere Zugänglichkeit. Dies wurde auch in der siebten Frage bezüglich Verbesserungsvorschläge und eigene Meinung mehrfach erwähnt. Des Weiteren gab es viel Lob, sowie Lösungsansätze: Ein Modell von dem Sanatoriums-Gebäude mit dem Park, das Ornament als Postkarte, mehr Informationen über das Ornament, einen Gesprächspartner für Fragen und den Wunsch für mehr Objekte wie das Ornament oder Originalobjekte.

8.2 Schlussfolgerung und Ausblick

Medieninformatik ist heutzutage ein unverzichtbares Werkzeug für Museen, um Besucher zu gewinnen, sie vor Ort zu begeistern und ihr Interesse an Museumsbesuchen zu steigern.

Es kommt darauf an, vielfältige Medien richtig einzusetzen. Zugänglichkeit und Personalisierung spielen dabei eine wichtige Rolle. Dies belegen die Ergebnisse beider Umfragen.

Die Website für die Ausstellung, mit ihrem simplen Aufbau und den Einstellungsoptionen um Sprache, Ansichtsmodus und Textgröße zu verstellen, ist leicht zugänglich. Die ausklappbaren Buttons, die bei Bedarf zusätzliche Informationen bereitstellen, ermöglichen eine individuelle Gestaltung des

Erlebnisses für den Besucher. Die Umfrage zeigte diesbezüglich überwiegend positive Ergebnisse.

Auch das Ornament-Modell mit dem Animationsfilm erwies sich als selbsterklärend, was die Zugänglichkeit der Informationen anging. Nur die Personalisierung hätte etwas weiter ausgebaut werden können. So wünschten manche Besucher mehr Informationen über das Ornament und August Endell. Auch hier zeigte die Umfrage in dieser Hinsicht überwiegend positive Rückmeldungen.

Die Informationsvideos mit dem Wechsel zwischen Text, Bild, Film und KI generierten Videos aus alten Bildern fördern die Zugänglichkeit. Je nach Motivation der Besuchenden werden entweder nur Bilder und Filme angesehen oder zusätzlich die Texte in den Zwischenfrequenzen gelesen. Die Umfrageergebnisse zeigten auch hier überwiegend positive Rückmeldungen.

Bei den Audiodateien, die vor Ort über QR-Codes zugänglich sind, wird ein eigenes Mobilgerät mit Kamera und Internet beansprucht. Besonders ältere Besucher sind mit dieser Technik oft nicht vertraut oder besitzen gar kein eigenes Mobilgerät, wodurch ihnen der Zugang zu diesen Inhalten verwehrt bleibt. Die gemischten Rückmeldungen der Umfrage zeigen, dass hier Optimierungsbedarf besteht.

Auch mit ein paar wenigen Problemen bezüglich der Zugänglichkeit wurde die Ausstellung des Nordsee-Kurparks durch die neu hinzugekommenen Medien abwechslungsreicher und damit interessanter. Mit dem neuen Angebot der vielfältigen Medien werden unterschiedliche Besuchergruppen besser angesprochen. Die Besuchererfahrung wurde von passivem Lernen basierend auf Infotafeln und originalen Ausstellungsobjekten in ein aktives Lernerlebnis verwandelt, welches das Vermitteln von Wissen optimiert.

Dennoch bestehen noch weitere Ausbaumöglichkeiten. Mit dem Angebot eines mobilen Hörsystems mit Kopfhörern wären die Audiodateien der Ausstellung zum Beispiel leichter zugänglich. Durch ein 3D gedrucktes Modell des Sanatorium-Hauptgebäudes würden Besucher die Architektur August Endells noch besser verstehen. Mit einer Postkarte, einem 3D-gedruckten Schlüsselanhänger oder einem Kühlschrankschmuck des Ornaments könnten die Besucher ein Stück des Erlebnisses mit nach Hause nehmen.

Besonders kleine bis mittelgroße Museen besitzen ein enormes Potenzial hinsichtlich multimedialer Wissensvermittlung, das bislang häufig ungenutzt bleibt. Mögliche Gründe dafür könnten sein, dass Museumsleiter die Transformation vom traditionellen zum modernen Denken schwerfällt, nicht besonders technikaffin sind oder die Meinung haben, dass der potenzielle Nutzen die angeblich hohen Kosten nicht rechtfertigt.

Um langfristig attraktiv zu bleiben und weiterhin Besucher anzusprechen, müssen Museen mit der Zeit gehen und ihr digitales Angebot gezielt ausbauen. Andernfalls droht ein abnehmendes Interesse an Museumsbesuchen.

9. Quellenverzeichnis

AECOM. (2024). *Theme Index*. AECOM. Abgerufen am 11. September 2024, von <https://aecom.com/theme-index/>

AV Kommunikationstechnik GmbH. (2024). *AV Kommunikationstechnik*. Technik für Museum und Ausstellung. Abgerufen am 8. September 2024, von https://www.av-online.com/d163_museum_ausstellung.html

Becker, I. (2012). *August Endell, 1871-1925: Architekt und Formkünstler* (N. Bröcker, G. Moeller, & C. Salge, Eds.). Michael Imhof Verlag.
https://www.kunstgeschichte.architektur.tu-darmstadt.de/forsch_diss_kuge/publikationen_24/salge_augustendell.de.jsp

Behindertengleichstellungsgesetz. (2019, November 22). § 4 BGG - Einzelnorm. Gesetze im Internet. Abgerufen am 21. November 2024, von https://www.gesetze-im-internet.de/bgg/___4.html

Bosch Power Tools. (2021). *3D Printer Software*. Dremel. Abgerufen am 25. Oktober 2024, von https://www.dremel.com/gn/en/digilab/software?srsId=AfmBOoqpRLUTlJaXcuz2SBq7M686k34LybBJ_cDG7MHztdrW9U8_YFET

Bosch Power Tools B.V. (2021). *3D Drucker*. Dremel. Abgerufen am 25. Oktober 2024, von <https://www.dremel.com/de/de/digilab?srsId=AfmBOoroIIWWzs9ypEmkKTWodJBHRBrXAseT5soSLohA5iADPa15ZBSG>

Bridger, D. (5. Juli 2023). *Perception of AI Voices*. Cloud Army. Abgerufen am 18. Oktober 2024, von <https://cloud.army/resources/blog/perception-of-ai-voices>

Champ14. (o. D.). *High Resolution Textures* [Bild]. Pinterest. Abgerufen am 3. Januar 2025, von <https://ie.pinterest.com/pin/224546731404991433/>

Creality Deutschland. (2024). *Ender-3 3D-Drucker*. Creality Store. Abgerufen am 24.

Oktober 2024, von

https://store.creality.com/de/products/ender-3-3d-printer?srsltid=AfmBOoox2yJpJglJo19JwbDb_S2cYTvQCbwSspX3SOypp8pu-ybdYuC

Creality United Kingdom. (30 April 2024). *Ender-3 3D Printer Clogged Nozzle*

Cleaning & Replacing Tutorial. Abgerufen am 24. Oktober 2024, von

https://store.creality.com/uk/blog/ender-3-3d-printer-nozzle-clean-replace?srsltid=AfmBOortOj-_SVdyzF_kUPwhl6rB5-t_adHx7DUawjveXxK90-9NvOmn

Deutscher Museumsbund e. V. (November 2019). Fachzeitschrift für die

Museumswelt. *Museumskunde*, 84.

<https://www.museumsbund.de/wp-content/uploads/2022/07/museumskunde-2019-1-online.pdf>

Deutscher Museumsbund e.V. (11. November 2020). *Museen sind mehr als*

Freizeiteinrichtungen. Abgerufen am 6. Oktober 2024, von

<https://www.museumsbund.de/museen-sind-mehr-als-freizeiteinrichtungen/>

ElevenLabs. (2024). *Create the most realistic speech with our AI audio platform*.

Abgerufen am 28. Oktober 2024, von

https://elevenlabs.io/?pscd=try.elevenlabs.io&ps_partner_key=cGFydG5lcnRheWxvcjYwMDU&ps_xid=5ZCRKj7gR3gfJ3&gsxid=5ZCRKj7gR3gfJ3&gspk=cGFydG5lcnRheWxvcjYwMDU&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw7Py4BhCbARIsAMMx-_JLoruacL1Tn4BzohQXNAleKeHYv4bcb4sZ3PoxvwbcU34MoHhrhqYa

Evany. (27. August 2024). *Was ist der LiDAR-Scanner und was kann man damit*

machen? Cool Blue. Abgerufen am 22. Oktober 2024, von

<https://www.coolblue.de/beratung/was-ist-der-lidar-scanner-und-was-kann-man-damit-machen.html>

Heise. (o. D.). *3D-Grafik*. Abgerufen am 22. Oktober 2024, von

<https://www.heise.de/download/products/grafik/3d-grafik#?cat=grafik%2F3d-grafik>

Input Output Flood LLC. (2025). *Running npm Build Scripts | Node.JS Developer's*

Guide. ioflood. Abgerufen am 16. Januar 2025, von

<https://ioflood.com/blog/npm-run-build/>

Institut für Museumsforschung. (1992). *Heft 36: Erhebung der Besucherzahlen an den Museen der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1991*. Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz.

https://www.smb.museum/fileadmin/website/Institute/Institut_fuer_Museumsforschung/Publikationen/Materialien/mat36.pdf

Kunst@SH. (21. September 2015). *August Endell: Formen fürs Gefühl*. Kunst@SH.

Abgerufen am 22. Oktober 2024, von

<https://sh-kunst.de/august-endell-formen-fuers-gefuehl/>

Kyas, O. (2022). *Der Nordsee-Kurpark: Ort für Begegnung, Kultur, Gesundheit und*

Wissenschaft (O. Kyas, Ed.). Husum Druck- und Verlagsgesellschaft mbH u.

Co. KG.

Louvre. (o. D.). Louvre Museum Official Website. Abgerufen am 28. Oktober 2024,

von <https://www.louvre.fr/en>

Lu, F. (10. Dezember 2021). *Snapchat Brings The Apocalypse To London's Design*

Museum. Jing Daily Culture. Abgerufen am 16. Oktober 2024, von

<https://jingdailyculture.com/design-museum-snap-landmarker/>

Luma Dream Machine. (2024). *LumaLabs*. Luma Dream Machine: New Freedoms of Imagination. Abgerufen am 16. September 2024, von <https://lumalabs.ai/dream-machine>

Museum für Naturkunde. (o. D.). *Digital Guide*. Abgerufen am 23. Oktober 2024, von <https://www.museumfuernaturkunde.berlin/de/museum/besuch-planen/digital-guide>

Museum für Naturkunde. (o. D.). *Museum für Naturkunde*. Abgerufen am 19. Oktober 2024, from <https://www.museumfuernaturkunde.berlin/de>

Museum für Naturkunde. (o. D.). *Wertschöpfung in der digitalen Welt*. Abgerufen am 20. Oktober 2024, von <https://www.museumfuernaturkunde.berlin/en/wertschopfung-der-digitalen-welt>

Nordsee-Kurpark e.V. (o. D.). *Bioklimatische Messungen im Nordsee-Kurpark*. Abgerufen am 16. Oktober 2024, von <https://bioklima.org/>

Nordsee-Kurpark e.V. (2021). *Audioguide*. Abgerufen am 16. Oktober 2024, von <https://audio.nordsee-kurpark.org/index.html>

Nordsee-Kurpark e.V. (2023). *Der Nordsee-Kurpark: Klima-Therapie Medizin-Meteorologie*. Abgerufen am 16. Oktober 2024, von <https://bio.nordsee-kurpark.org/#loaded>

Nordsee-Kurpark e.V. (2024). *Nordsee-Kurpark*. Abgerufen am 20. Oktober 2024, von <https://nordsee-kurpark.org>

Nordsee-Kurpark e.V. (2024, August 5). *Bioklimatische Messstation*. Abgerufen am 16. Oktober 2024, von <https://nordsee-kurpark.org/bioklimatische-messstation/>

- Nordsee-Kurpark e.V. (2025). Der Nordsee-Kurpark. Abgerufen am 12. Februar 2025, von <https://ausstellung.nordsee-kurpark.org/>
- Play.ht. (2024). *AI Voice Generator: Realistic Text to Speech and AI Voiceover*. Generate AI voices, Indistinguishable from Humans. Abgerufen am 18. September 2024, von <https://play.ht>
- Polycam. (o. D.). *Free 3D tools from polycam*. Abgerufen am 18. Oktober 2024, von <https://poly.cam/tools>
- Preißler, T. (2024). *Die Wahrheit über KI Stimmen für Audioguides – wie gut sind sie wirklich?* Nubart. Abgerufen am 18. Oktober 2024, von <https://www.nubart.eu/de/blog/ki-stimmen-fuer-audioguides-pros-und-contras.html>
- Rahemipour, P., & Grotz, K. (Eds.). (2021). *Zahlen & Materialien aus dem Institut für Museumsforschung. Statistische Gesamterhebung an den Museen der Bundesrepublik Deutschland 2019*. Arthistoricum.net. <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/ifmzm/issue/view/5496>
- Sculpteo. (2024). *Die Grundlagen des 3D-Druckens*. Sculpteo. Abgerufen am 16. September 2024, von <https://www.sculpteo.com/de/3d-lernzentrum/die-grundlagen-des-3d-druckens/>
- Staatliche Museen zu Berlin. (27. März 2019). *Mit Motivationstypen und Visitor Journey zu Persona*. Museums Bund. Abgerufen am 15. Oktober 2024, von <https://www.museumbund.de/mit-motivationstypen-und-visitor-journey-zu-persona/>
- Statista Research Department. (27. September 2024). *Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in Deutschland bis 2023*. Statista. Abgerufen am 8. Oktober 2024, von

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1252/umfrage/entwicklung-des-bruttoinlandsprodukts-je-einwohner-seit-1991/>

Statistisches Bundesamt. (1992). *Tourismus in Zahlen: 1992*. MetzlerPoeschel.

https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/DEHeft_mods_00072199

Statistisches Bundesamt. (23. Oktober 2020). *Tourismus in Zahlen* [Exel Tabelle].

STATISTISCHE BIBLIOTHEK. Abgerufen am 8. Oktober 2024, von

https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/DEHeft_mods_00143629

Statistisches Bundesamt. (14. Juni 2024). *Bevölkerungsstand nach Gebietstand*.

Abgerufen am 8. Oktober 2024, von

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-gebietstand.html#249750>

Stiftung Preußischer Kulturbesitz. (2024). *museum4punkt0*. 3D-Lab im GNM:

Museum digital erleben und (be)greifen. Abgerufen am 13. September 2024, von

<https://www.museum4punkt0.de/ergebnis/3d-lab-im-gnm-museum-digital-erleben-und-begreifen/>

SurveyMonkey. (2025). *Online Survey Software*. Abgerufen am 11. Februar 2025, von

https://uk.surveymonkey.com/welcome/sem/?program=7013A000000ih75QA&utm_bu=SVMK&utm_campaign=71700000118653240&utm_adgroup=58700008711003123&utm_content=43700080073339782&utm_medium=cpc&utm_source=adwords&utm_term=p80073339782&utm_kxconfid=s4bvpi0ju&gad__so

Tiigimägi, S. (o. D.). *Wie modelliere ich 3D? [Umfassender Leitfaden]*. 3DStudio.

Abgerufen am 18. Oktober 2024, von <https://3dstudio.co/de/how-to-3d-model/>

UltiMaker Cura. (2025). *Ultimaker*. Abgerufen am 23. Oktober 2024, von https://ultimaker.com/de/software/ultimaker-cura/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAtNK8BhBBEiwA8wVt9_wdvs-ehO2Qxe4_ggHp_q-0Q2q9L0MP3pS6yCc8RNLi6xldYO1NGRoChfsQAvD_BwE

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2023). *Digitale Bildung: Zwischen Herausforderungen und Potenzialen*. Bayerisches Forschungsinstitut für Digitale Transformation. Abgerufen am 12. September 2024, von <https://www.bidt.digital/themenmonitor/digitale-bildung-zwischen-herausforderungen-und-potenzialen/>

Vidnoz. (2024). *Vidnoz AI Tool: KI-Videos 10-fachen schneller kostenlos erstellen*. Abgerufen am 17. September 2024, von <https://de.vidnoz.com>

W3Schools. (2025). *W3Schools Online Web Tutorials*. Abgerufen am 26. Dezember 2024, von <https://www.w3schools.com>

Zeisz, G. (6. Mai 2023). *Bioklima Administrator-Handbuch* [PDF]. OBJENTIS Software Integration GmbH.