



# Bachelorarbeit

**„Interaktive Museumsdidaktik:  
Entwicklung einer interaktiven 360°- und VR-Museumstour für Kinder  
am Beispiel des Lithographiesteinarchivs“**



Hochschule München

Fakultät für Geoinformation FK08

Die Arbeit wurde angefertigt in Kooperation mit:

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung Bayern (LDBV)

Studiengang: Kartographie & Geomedientechnik

Matrikelnummer: xxxxxxxxxx

Erster Betreuer: Prof. Dr. Sven Fuhrmann (HM)

Zweiter Betreuer: Thomas Meier (LDBV)

Angefertigt von: Nina Horn

Semester: WiSe 2024/25

Vorgelegt am: 11.03.2025

## ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Bachelorarbeit wird untersucht, wie Museen interaktive und digitale Technologien nutzen können, um die Motivation und das Interesse junger Besucher zu wecken und langfristig zu erhalten.

Im Zentrum der Arbeit steht die Entwicklung einer 360°- und VR-Museumstour für das Lithographiesteinarchiv des Landesamts für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) in München. Die Museumstour enthält zusätzlich eine eigens gestaltete interaktive 360°-Kinder-Tour Version mit speziell gestalteten Videos, ebenso in Virtual Reality (VR) erlebbar. Ziel dieser virtuellen Tour ist es, historische Inhalte altersgerecht, interaktiv und ansprechend aufzubereiten, um ein modernes und fesselndes Lernerlebnis zu schaffen.

Basierend auf Recherchen zur Museumsdidaktik und zu digitalen Technologien kommen in der Museumstour narrative Elemente in Form einer fiktiven Geschichte sowie verschiedene spielerische Funktionen wie beispielsweise Hotspots oder Buttons für weitere Aktivitäten und Informationen zum Einsatz. In dieser Geschichte führen zwei animierte Charaktere, Archy und der Geist, die Kinder durch die Ausstellung und vermitteln dessen Inhalte auf anschauliche und unterhaltsame Weise, während sie versuchen das Geheimnis um das gefundene Steinstück zu lösen. Eine für Kinder verständliche Informationskarte erleichtert die Orientierung und bietet eine klare Struktur zur selbstständigen Navigation, während Buttons und Icons durch auffällige Farben und ansprechendes Design hervorgehoben – die jungen Besucher aktiv zur Erkundung der Inhalte motivieren sollen.

Weiterhin erfordert es eine kontinuierliche Optimierung der visuellen und narrativen Designelemente, um die spezifischen Interessen der Zielgruppe der 8- bis 12-Jährigen weiter zu berücksichtigen. Ebenso wird es durch die fortdauernden Weiterentwicklungen in den digitalen Bereichen immer wieder technische Erneuerungen geben, die es gilt umzusetzen.

Die dargelegte Ausarbeitung soll neue Ansätze für die Weiterentwicklung digitaler Museumsformate bieten und einen hilfreichen Beitrag zur modernen Museumspädagogik leisten. Eine Kombination aus technologischen Innovationen und didaktischen Konzepten bieten neue Impulse für die zukünftige Gestaltung solcher Bil-

dungskonzepte. Letztendlich geht es darum in Zukunft immer mehr solche interaktive, aber auch inklusivere, ansprechendere und effektivere Lernerlebnisse weiter auszubauen.

## **VORWORT**

Im Rahmen meines Studiums der Kartographie und Geomedientechnik entwickelte ich eine Vorliebe für die Arbeit mit 3D-Modellierungssoftware und der Erstellung thematischer Karten. Besonders faszinierte mich die Kombination aus der Verknüpfung geografischen Daten mit multimedialen Elementen sowie der Visualisierung komplexer Inhalte.

Während meines Praxissemesters beim Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung in München, unter der Betreuung von Herrn Thomas Meier, hatte ich die Möglichkeit, diese Interessen zu vertiefen. Dort gewann ich wertvolle Einblicke in die Entwicklung digitaler Präsentationen, insbesondere die Erstellung von interaktiven 360°-Rundgängen.

In dieser Zeit wurde ich auf das Steinarchivmuseum aufmerksam. Dieser denkmalgeschützte Steinkeller ist das größte Lithographiesteinarchiv der Welt. Es beherbergt eine einzigartige Sammlung historischer Lithographiesteine und hat eine besondere kulturhistorische Bedeutung. Angesichts der bislang begrenzten Bekanntheit dieses wertvollen Archivs entstand die Idee, dessen Online-Präsenz mithilfe innovativer und digitaler Technologien zu stärken.

Das Konzept zielt darauf ab, die Attraktivität des Museums durch die Entwicklung eines interaktiven 360°-Rundgangs mit speziell für Kinder gestalteten Funktionen und Animationen zu steigern. Diese Idee soll nicht nur die Bekanntheit des Museums fördern, sondern auch jüngeren Zielgruppen einen ansprechenden und lehrreichen Zugang zu den Inhalten ermöglichen.

Meine Bachelorarbeit befasst sich mit modernen 3D-Technologien, die es den Nutzern ermöglichen, die Sammlungen des Archivs jederzeit und ortsunabhängig zu erkunden und sich Wissen darüber anzueignen. Dabei liegt ein besonderer Schwerpunkt auf der kindgerechten Gestaltung, um die Inhalte des Museums für jüngere Zielgruppen besser zugänglich zu machen und dabei diese spannend und verständlich zu präsentieren.

## **DANKSAGUNG**

Im Rahmen meiner Bachelorarbeit möchte ich meinen Dank an die Personen aussprechen, die wesentlich zum Gelingen dieses Projekts beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Thomas Meier vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV). Seine Expertise und engagierte Betreuung ermöglichten mir wertvolle Einblicke in die Praxis der 360°-Visualisierung und digitalen Museumsgestaltung. Seine Anregungen und konstruktiven Rückmeldungen waren von großem Wert für die Konzeption und Umsetzung dieser Arbeit.

Ebenso möchte ich Herrn Prof. Dr. Fuhrmann für seine wissenschaftliche Betreuung und die kontinuierliche Unterstützung während des gesamten Forschungsprozesses danken. Seine fundierten Ratschläge, präzisen Verbesserungsvorschläge und sein konstruktives Feedback haben maßgeblich dazu beigetragen, die methodische und inhaltliche Qualität dieser Arbeit zu sichern und stetig weiterzuentwickeln.

Mein Dank gilt außerdem Frau Hausmann, die mich mit ihrem Fachwissen sowie den zur Verfügung gestellten Unterlagen zum Lithographiesteinarchiv und dessen Inhalten während der Erstellung dieser Arbeit unterstützt hat.

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Inhaltsverzeichnis .....  | V  |
| Abbildungsverzeichnis .....   | VI |
| Tabellenverzeichnis .....   | IX |
| 1. Einleitung und Motivation .....  | 1  |
| 2. Theoretische Grundlagen.....   | 4  |
| 2.1 Museumsdidaktik.....  | 4  |
| 2.2 Virtuelle Touren und Augmented Reality (AR) in Museen .....                     | 6  |
| 2.3 Die Entwicklung und Struktur von Storytelling.....                              | 10 |
| 2.3.1 Welche Rolle spielt Storytelling in traditionellen und digitalen Medien ..... | 13 |
| 2.3.2 Die Stimme als zentrales Element beim Storytelling .....                      | 16 |
| 3. Methoden.....  | 18 |
| 3.1 Datengrundlagen.....  | 18 |
| 3.2 Technische Daten.....   | 19 |
| 3.3 Pano2VR7- Software für die virtuelle Tour.....                                  | 20 |
| 3.4 Bilderfassung und Aufnahmetechniken.....  | 21 |
| 3.5 Aufbau der Anwendung .....  | 22 |
| 3.5.1 Planung der Aufnahmen .....   | 22 |
| 3.5.2 Nachbearbeitung der Aufnahmen .....   | 24 |
| 3.5.3 Bearbeitung und Integration in Pano2VR7 .....                                 | 27 |
| 3.5.4 Farbgestaltung und visuelle Hierarchie .....                                  | 28 |
| 3.5.5 Skin-Editor und interaktive Elemente .....                                    | 29 |
| 3.5.6 Grundrissgestaltung und Integration .....                                     | 33 |
| 3.5.7 Import der Fotos und Animationsvideos .....                                   | 34 |
| 3.5.8 VR-Optimierung.....   | 35 |
| 3.5.9 Storytelling.....   | 36 |
| 3.5.10 Entwicklung und Animation der Charaktere .....                               | 38 |
| 3.5.11 Stimmenaufnahme und Audio-Integration .....                                  | 41 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.5.12 | Animation und Integration in die virtuelle Tour ..... | 44 |
| 4.     | Didaktikanwendung.....                                | 47 |
| 4.1    | Interaktive 360° Museumstour für Kinder.....          | 47 |
| 4.2    | VR-Museumstour .....                                  | 55 |
| 5.     | Diskussion und Ausblick .....                         | 60 |
| 6.     | Literaturverzeichnis.....                             | 63 |
| 7.     | Anhänge .....   | 68 |

## **Abbildungsverzeichnis**

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Grabkammer Tutanchamun: VR-Erlebnis; Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024 .....   | 6  |
| Abbildung 2: AR-Ansicht von einem Buckelwahl; Quelle: Museums + Heritage, 2024.....   | 7  |
| Abbildung 3: AR-Ansicht eines Herzens; Quelle: Kluge & Hasle, 2023, S. 94 .....   | 8  |
| Abbildung 4: Monet als Tourguide; Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024.....  | 8  |
| Abbildung 5: Abraham Lincoln als Tourguide; Quelle: Leon & Fisher, 2006 .....   | 9  |
| Abbildung 6: Erzählkurven (links) im Vergleich zu alternativen Designs (Mitte, rechts) für Pulp Fiction; Quelle: Kim et al., 2018 ..... | 10 |
| Abbildung 7: Who else lives with a single female?; Quelle: New York Times, 2011 .....   | 12 |
| Abbildung 8: Visuelle Darstellung, Monets Seerosen; Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024 .....   | 13 |
| Abbildung 9: Interaktive Buchprojektion; Quelle: Eigenen Aufnahme, Disney, 2024.....  | 13 |
| Abbildung 10: Frida Kahlo Digitales Storytelling; Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024 .....   | 14 |
| Abbildung 11: Herman the Bug; Quelle: Lester et al., 1997, S. 109–110.....  | 15 |
| Abbildung 12: Stativ Planung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 22 |
| Abbildung 13: Erster Testlauf Helligkeit und Platzierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 22 |
| Abbildung 14: Zweiter Testlauf Helligkeit und Platzierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 23 |
| Abbildung 15: Dritter Testlauf Helligkeit und Platzierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 23 |
| Abbildung 16: Flussdiagramm zur Planung von Aufnahmen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025 .....  | 24 |

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 17: Entfernung der Störelemente und des Nadir Bereiches; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....           | 24 |
| Abbildung 18: Ansicht der Panoramaaufnahme (korrigiert); Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                     | 25 |
| Abbildung 19: Korrigierte Panoramaaufnahme mit fehlerhafter Nadir-Korrektur; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 ..... | 25 |
| Abbildung 20: Erstellung der Logo Abdeckung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....                                  | 25 |
| Abbildung 21: Ausrichtung der Nahaufnahmen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                  | 26 |
| Abbildung 22: Symmetrische Ausrichtung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                      | 26 |
| Abbildung 23: Flussdiagramm zur Erstellung der Nachbearbeitung der Aufnahmen; Quelle: Eigen Aufnahme, 2025 ..... | 26 |
| Abbildung 24: Anordnung der Panoramen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                       | 27 |
| Abbildung 25: Farbgestaltung vom LDBV; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                       | 28 |
| Abbildung 26: Farbgestaltung bei allen Elementen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                            | 28 |
| Abbildung 27: Komponentensammlung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....  | 29 |
| Abbildung 28: Komponentensammlung-Icons; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                     | 29 |
| Abbildung 29: Eigenschaften der Elemente definieren; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                         | 30 |
| Abbildung 30: Kinder-Button Konfiguration; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....                                    | 31 |
| Abbildung 31: Eigenschaften der Kinder-Buttons; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                              | 31 |
| Abbildung 32: Kinder-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 32 |
| Abbildung 33: Erstellung des Skin-Editors; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025.....                                    | 32 |
| Abbildung 34: Erstellung der Grundrisskarte; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                 | 33 |
| Abbildung 35: Verknüpfung der Stationen mit der Grundrisskarte; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....              | 33 |
| Abbildung 36: Positionierung der Fotos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....                                       | 34 |
| Abbildung 37: Blinzeln mit den Augen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....   | 34 |
| Abbildung 38: Lächeln durch eine Mundbewegung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                               | 35 |
| Abbildung 39: Exakte Positionierung der Videos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                              | 35 |
| Abbildung 40: VR-Skin; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....  | 36 |
| Abbildung 41: Flussdiagramm Storytelling, Erstellung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025..                            | 38 |
| Abbildung 42: Gliedmaßen separat auf Ebenen erstellen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                       | 39 |
| Abbildung 43: Mundbewegung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....   | 39 |
| Abbildung 44: Kiefer- und Augenliderbewegung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                | 39 |
| Abbildung 45: Definierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 40 |
| Abbildung 46: Bewegungseigenschaften Archy; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                  | 40 |
| Abbildung 47: Bewegungseigenschaften Geist; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                  | 41 |

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 48:Flussdiagramm Entwicklung der Animation; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025<br>.....                         | 41 |
| Abbildung 49: Voice Filter; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 42 |
| Abbildung 50: Import der Audiodateien; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 42 |
| Abbildung 51: Lippensynchronisation; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 43 |
| Abbildung 52: Integration und Synchronisation der Stimmen zu den Charakteren; Quelle:<br>Eigene Aufnahme, 2025 ..... | 43 |
| Abbildung 53: Webcam-Aufzeichnung der Augen- und Kopfbewegung; Quelle: Eigene<br>Aufnahme, 2024 .....                | 44 |
| Abbildung 54: Anpassung der Elemente an die Timeline; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024<br>.....                         | 45 |
| Abbildung 55: Einbindung der Videos in die Tour; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                 | 45 |
| Abbildung 56: Einbindung der Videos in die Tour; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                 | 46 |
| Abbildung 57: Startansicht; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 47 |
| Abbildung 58: Hauptmenü Buttons und Kinder-Tour Button; Quelle: Eigene Aufnahme,<br>2024 .....                       | 48 |
| Abbildung 59 Geöffnetes Hauptmenü; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 48 |
| Abbildung 60: Button Übersichtskarte geöffnet; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                   | 49 |
| Abbildung 61: Button Information geöffnet; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                       | 49 |
| Abbildung 62: Button Share geöffnet; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....  | 50 |
| Abbildung 63: Kinder-Video; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 50 |
| Abbildung 64: Hauptmenüleiste mit den Standorticons; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024                                   | 51 |
| Abbildung 65: Informationsbutton in der Tour; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....                                     | 51 |
| Abbildung 66: Großansicht der Exponate; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 52 |
| Abbildung 67: Ansicht des BR-Videos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....  | 52 |
| Abbildung 68: Ansichtsvariante des BR-Videos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                    | 53 |
| Abbildung 69: Video-Nahaufnahme eines Objekts; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                   | 53 |
| Abbildung 70 Anpassung der Raumansicht ohne sichtbare Buttons in der Tour; Quelle:<br>Eigene Aufnahme, 2024 .....    | 54 |
| Abbildung 71 Verlinkungen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....   | 54 |
| Abbildung 72: Ansichtseinstellungsleiste mit verknüpftem VR-Gerät; Quelle: Eigene<br>Aufnahme, 2024 .....            | 55 |
| Abbildung 73: VR-Kinder-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 56 |
| Abbildung 74: VR-Kinder-Tour mit Standort-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                                | 56 |
| Abbildung 75: VR-Standort Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....  | 57 |
| Abbildung 76: VR-Hauptmenüs in Form eines Hamburger-Buttons; Quelle: Eigene<br>Aufnahme, 2024 .....                  | 57 |



|   |    |
|---|----|
| Abbildung 77: VR-Hamburger-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....                             | 58 |
| Abbildung 78: VR-Button Information mit Titelbeschreibung; Quelle: Eigene Aufnahme,<br>2024 ..... | 58 |
| Abbildung 79: VR-Informationstext; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....                             | 59 |
| Abbildung 80: VR-Video Datei; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024.....                                  | 59 |
| Abbildung 81: Fehlerhafte Animation; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024 .....                          | 61 |
| Abbildung 82: Fehlerhafte Erkennung der Blickrichtung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024<br>.....     | 61 |

## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1 : Vergleich der Softwareoptionen für die Erstellung der Museumstour; Quelle: Eigene<br>Aufnahme ..... | 20 |
|---|----|

# 1. Einleitung und Motivation

In den letzten Jahren haben digitale Medien und Technologien die Art und Weise, wie Wissen vermittelt wird, grundlegend verändert. Museen, die traditionell auf physische Ausstellungen setzten, profitieren zunehmend von der Integration interaktiver und digitaler Formate. Eine der innovativsten Entwicklungen in diesem Bereich sind 360°-Museumstouren. Diese virtuellen Rundgänge ermöglichen es, kulturelle, historische und wissenschaftliche Inhalte auf völlig neue Weise zu erleben. Sie bieten die Möglichkeit, Exponate interaktiv zu entdecken und schaffen ein immersives Lernerlebnis. So können klassische Museumskonzepte transformiert werden.

Besonders für Kinder, die in einer zunehmend digitalen Welt aufwachsen, bieten solche Touren eine spannende Lernerfahrung. Diese fördern eigenständiges Lernen durch die Erkundung virtueller Ausstellungen, den Einsatz von Animationen und 3D-Visualisierungen sowie interaktiven Elementen wie Buttons oder Hotspots. Studien zeigen, dass diese Kombination aus visuellen, bewegungsbasierten und interaktiven Ansätzen nicht nur das Interesse und die Aufmerksamkeit von Kindern steigert, sondern auch ihr Verständnis komplexer Themen fördert (Acton et al., 2003; Bredendfeld, 2012).

Die Bedeutung digitaler Bildungsformate wurde durch die Corona-Pandemie deutlich verstärkt, als physische Museumsbesuche kaum möglich waren. In dieser Zeit etablierten sich virtuelle Rundgänge wie 360°-Touren als wertvolle Alternativen, die es ermöglichen, Bildungs- und Freizeitangebote flexibel von zu Hause aus anzuwenden.

Gleichzeitig bieten virtuelle Technologien einzigartige Möglichkeiten, die physische Museen nicht leisten können. Sie ermöglichen immersive Erlebnisse wie Zeitreisen und geben Einblicke in vergangene Epochen, indem sie ein Rundumerlebnis schaffen, das ein Eintauchen in diese Zeit ermöglicht. Ebenso bieten sie interaktive Animationen, die das Verständnis komplexer Themen erleichtern. Diese Flexibilität macht virtuelle Rundgänge nicht nur zu einer Ergänzung, sondern zu einem eigenständigen Format, das selbständiges Lernen fördert und neue Bildungsstandards setzt.

Meine persönliche Motivation für dieses Thema entspringt meiner Begeisterung für Museen und insbesondere für immersive Formate, die mit VR-Technologien und 360°-Aufnahmen arbeiten, wie sie etwa in Ausstellungen wie der „Utopia“-Reihe eingesetzt werden. Diese Art von Museumserlebnissen verbindet Lernen mit Unterhaltung und hat mich schon immer fasziniert.

Während der Pandemie wurde jedoch deutlich, dass es auf herkömmliche Art nicht mehr möglich war, solche Erlebnisse genießen zu können – gerade für Kinder – bedeutete das ein enormer Verlust. Die Idee, eine virtuelle 360°-Museumstour zu entwickeln, die interaktive Funktionen und VR-Elemente integriert, entstand aus dem Wunsch heraus, diese Lücke zu schließen und jungen Menschen einen neuen realitätsnahen Zugang zu Museen zu bieten, unabhängig von irgendwelchen Einschränkungen im öffentlichen Raum.

Die Arbeit knüpft an innovative Ansätze an, die bereits in physischen Museen mit immersiven Technologien umgesetzt werden. Beispiele wie interaktive 360°-Projektionen, die lebendige Geschichten erzählen, virtuelle Charaktere wie Monet, die aus der Perspektive eines Exponats berichten, oder Installationen bei denen Gemälde zum Leben erweckt werden, zeigen eindrucksvoll das Potenzial solcher Technologien. Diese Inspiration wird hier in die virtuelle Welt übertragen, um eine ähnliche Lernerfahrung unabhängig von der physischen Präsenz zu ermöglichen.

Im Gegensatz zu vielen bestehenden digitalen Museumstouren, die oft auf rein visuelle Inhalte beschränkt sind, verfolgt diese Arbeit das Ziel, ein innovatives Konzept zu entwickeln, das auf die Bedürfnisse von Kindern zugeschnitten ist und diese zum aktiven Mitgestalten einlädt. Mit kindgerechten Karten, narrativen Strukturen und interaktiven Elementen soll die Tour nicht nur die Neugier der jungen Zielgruppe wecken, sondern auch ein nachhaltiges Lernerlebnis schaffen.

Daraus ergibt sich die zentrale Fragestellung dieser Arbeit: **Wie können Museen interaktive und digitale Technologien einsetzen, um die Motivation und das Interesse junger Besucher zu fördern und langfristig zu erhalten?**

In dem hier niedergeschriebenen Sachverhalt wird untersucht, wie moderne Technologien und didaktische Konzepte effektiv miteinander verknüpft werden können,

um Museumsinhalte für Kinder ansprechend und lehrreich zu gestalten. Ein besonderer Schwerpunkt liegt darauf, eine Balance zwischen Bildung und Unterhaltung zu schaffen, die den pädagogischen Auftrag der Museen erfüllt und gleichzeitig die Aufmerksamkeit junger Besucher:innen nachhaltig erhalten kann.

## **ZIELSETZUNG**

Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, wie Museen interaktive und digitale Technologien einsetzen können, um die Motivation und das Interesse junger Besucher zu fördern und langfristig zu erhalten. Dabei liegt der besondere Fokus auf der Entwicklung einer interaktiven 360°- und VR-Museumstour als mögliche Strategie zur altersgerechten Wissensvermittlung. Solche Touren eröffnen innovative Möglichkeiten, historische, kulturelle und wissenschaftliche Inhalte auf interaktive und kindgerechte Weise zu präsentieren. Ein zentrales Anliegen besteht darin, dass das Interesse für das Steinarchivmuseum des Landesamt für Digitalisierung und Breitband speziell für jüngere Besucher:innen geweckt wird und dadurch auch die Bekanntheit und Attraktivität des Museums gefördert werden.

Die Anwendung dieser Arbeit und der gestalteten 360°-Museumstour besteht darin, diese auf der Website des LDBVs vorzustellen, um sie aktiv nutzen zu können. Zudem kann sie in Präsentationen oder auf schulischen Veranstaltungen gerade für jüngere Teilnehmer vorgeführt werden, um die Bekanntheit des Steinarchivmuseums zu fördern.

## 2. Theoretische Grundlagen

### 2.1 Museumsdidaktik

Moderne Museen haben sich von reinen Ausstellungsräumen zu interaktiven Lernorten gewandelt. Dieser Wandel legt besonderen Wert auf die aktive Einbindung der Besucher und stellt deren Bildungsprozesse in den Mittelpunkt (Çıldır & Karadeniz, 2014, S. 543–545). Durch die Schaffung von Reflexionsräumen fördern Museen nicht nur den kulturellen Austausch, sondern eröffnen auch neue Möglichkeiten für die interdisziplinäre Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen und kulturellen Themen (Sandell & Dodd, 2001, S. 95–97). Eine zentrale Rolle spielt dabei die visuelle Kultur, die Disziplinen wie Philosophie, Soziologie, Anthropologie und Kunst miteinander verbindet und den Dialog über soziokulturelle Fragestellungen inspiriert (Duncum, 2003, S. 14–23). In diesem Kontext motivieren Museen ihre Besucher nicht nur zur Betrachtung von Exponaten, sondern ermutigen sie, aktiv an kulturellen Diskursen teilzunehmen und eigene Perspektiven zu entwickeln (Çıldır & Karadeniz, 2014, S. 545).

Technologische Fortschritte haben diese Entwicklung zusätzlich vorangetrieben. Online-Ausstellungen, Simulationen und interaktive Präsentationen verbessern die Interaktion mit dem Publikum und bieten tiefere Einblicke in die vermittelten Inhalte. Multisensorische Erlebnisse wecken das Interesse der Besucher und stärken deren aktive Mitwirkung (Çıldır & Karadeniz, 2014, S. 543–544). Virtuelle Museen, oft als „Museen ohne Wände“ bezeichnet, überwinden geografische Grenzen und ermöglichen einen ortsunabhängigen Zugang zu Bildung. Diese digitalen Räume fördern sowohl individuelle Erkenntnisse als auch den gemeinschaftlichen Austausch (Çıldır & Karadeniz, 2014, S. 548–550).

Eine gezielte Strukturierung solcher Lernprozesse ist entscheidend, um die Interaktivität und Lernerfahrung in Museen nachhaltig zu verbessern. Bloom's Taxonomie bietet hierfür eine bewährte Grundlage. Ursprünglich für den schulischen Kontext entwickelt, teilt sie kognitive Lernprozesse in sechs aufeinander aufbauende Stufen ein: Wissen, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Synthese und Bewerten (Bloom et al., 1956, S. 28–185). Diese klare Struktur ermöglicht eine systematische Ver-

mittlung von Inhalten und fördert vertiefte Lernprozesse. Die Flexibilität der Taxonomie macht sie besonders geeignet für moderne Lernumgebungen, einschließlich digitaler Formate, wie sie zunehmend in Museen eingesetzt werden. Plattformen, die interaktive und kollaborative Lernmethoden unterstützen und individuell auf die Bedürfnisse der Lernenden zugeschnitten sind, eröffnen innovative Möglichkeiten, kognitive Ziele zu erreichen. Solche digitalen Tools regen nicht nur kreatives und kritisches Denken an, sondern fördern auch tiefere kognitive Verarbeitungsprozesse (Chauhan, 2023).

Die digitale Erweiterung von Bloom's Taxonomie durch Churches (2008) trägt diesen Entwicklungen Rechnung, indem sie digitale Technologien integriert, um Lernprozesse zu transformieren. Diese digitale Taxonomie erweitert die ursprüngliche Struktur, indem sie Werkzeuge wie Blogs und Simulationen einbindet, die sämtliche kognitive Ebenen fördern können. Blogs bieten eine ideale Grundlage für Reflexion und Bewertung, während Simulationen praxisorientiertes Anwenden von Wissen unterstützen.

Im museumspädagogischen Kontext zeigt sich die besondere Relevanz dieser digitalen Erweiterung. Digitale Technologien schaffen interaktive Lernumgebungen, die sowohl auf Kinder als auch auf Erwachsene zugeschnitten sind. Churches (2008, S. 3–5) betont, dass digitale Tools nicht isoliert eingesetzt werden sollten, sondern als integraler Bestandteil einer umfassenden Lernstrategie, die Kollaboration und Interaktivität fördert. Ein konkretes Beispiel ist der Einsatz von Mindmaps zur Unterstützung der Synthese von Informationen. Diese Visualisierungsform erleichtert die kreative Kombination und Analyse von Wissen und eignet sich hervorragend für digitale Museumstouren.

Die transformative Wirkung digitaler Technologien zeigt sich besonders in ihrer Fähigkeit, Lernprozesse zu bereichern. Sie ermöglichen es Lernenden, Daten gemeinsam zu analysieren, Wissen kreativ zu kombinieren und Inhalte auf höherer kognitiver Ebene zu verarbeiten (Churches, 2008, S. 4). Dies ist insbesondere für Museen von Vorteil, da sie diverse Zielgruppen ansprechen müssen. Die Kombination aus Interaktivität und Kollaboration schafft ansprechende Lernumgebungen, die traditionelle Konzepte transformieren und an die Anforderungen zeitgemäßer Bildung anpassen (Churches, 2008, S. 4–5).

## 2.2 Virtuelle Touren und Augmented Reality (AR) in Museen

Virtuelle Touren bieten vielseitige Möglichkeiten, das Besuchserlebnis in Museen zu bereichern und Bildungsinhalte einem breiten Publikum zugänglich zu machen. Diese digitalen Rundgänge rekonstruieren reale Orte detailgetreu und kombinieren verschiedene Medien wie Videos, animierte Modelle und hochauflösende Standbilder. Mithilfe interaktiver Navigationspunkte, sogenannter Hotspots, können Nutzer flexibel durch virtuelle Räume navigieren und Ausstellungen sowie Lerninhalte unabhängig von ihrem Standort erkunden (Bredenfeld, 2012, S. 325; Webb, 2024).

Die Vielfalt virtueller Rundgänge ermöglicht eine differenzierte Präsentation musealer Inhalte. Standbild-Rundgänge eignen sich besonders für die hochauflösende Darstellung historischer oder empfindlicher Exponate, während grundrissbasierte Rundgänge die Orientierung erleichtern, indem Karten oder Grundrisse integriert werden. Videorundgänge simulieren Bewegungen durch den Raum und kombinieren diese mit audiovisuellen Elementen, um ein tieferes Verständnis der Ausstellungen zu fördern (Webb, 2024). Zu den immersivsten Formaten gehören 360°-Panoramatauren, die die Atmosphäre eines physischen Museumsbesuchs nahezu vollständig nachbilden. Wissenschaftliche und technische Ausstellungen setzen zudem häufig auf 3D-animierte Rundgänge, um detailreiche und realistische Darstellungen zu gewährleisten (Bredenfeld, 2012, S. 301–305).

Ergänzend erweitern Technologien wie Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) das Museumserlebnis. VR macht schwer zugängliche Orte oder vergangene Ereignisse immersiv erlebbar, während AR reale Ausstellungen durch interaktive, virtuelle Elemente ergänzt (vgl. Abb. 1–3). Immersive Technologien steigern zudem das Engagement der Besucher und erleichtern das



Abbildung 1: Grabkammer Tutanchamun: VR-Erlebnis; Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024

Verständnis komplexer Inhalte, indem sie multisensorische Erlebnisse schaffen und eine interaktive Vermittlung abstrakter Konzepte ermöglichen (Merchant et al. 2014, S. 29-40).

Ein anschauliches Beispiel für den Einsatz von AR ist das Projekt *Underwater Life Experience*, das im Rahmen des Museum ExplorAR-Projekts im National Museum Cardiff umgesetzt wurde. Mithilfe von AR-Technologie wurden Skelette von Meerestieren animiert, sodass Besucher diese Tiere in ihrem ursprünglichen Lebensraum erleben konnten (vgl. Abb. 2). Virtueller dargestellte Buckelwale, Haie und Quallen bewegten sich durch die Ausstellung, interagierten mit Exponaten und vermittelten wissenschaftliche Inhalte auf eindrucksvolle Weise. Eine weitere Installation kombinierte Dinosaurierfußspuren und Skelette mit virtuellen Animationen, um Bewegungsmuster und Verhaltensweisen prähistorischer Tiere darzustellen. Solche Anwendungen verdeutlichen, wie AR die Bildung in Museen innovativ gestalten und unterschiedliche Zielgruppen ansprechen kann (Museums + Heritage, 2024).

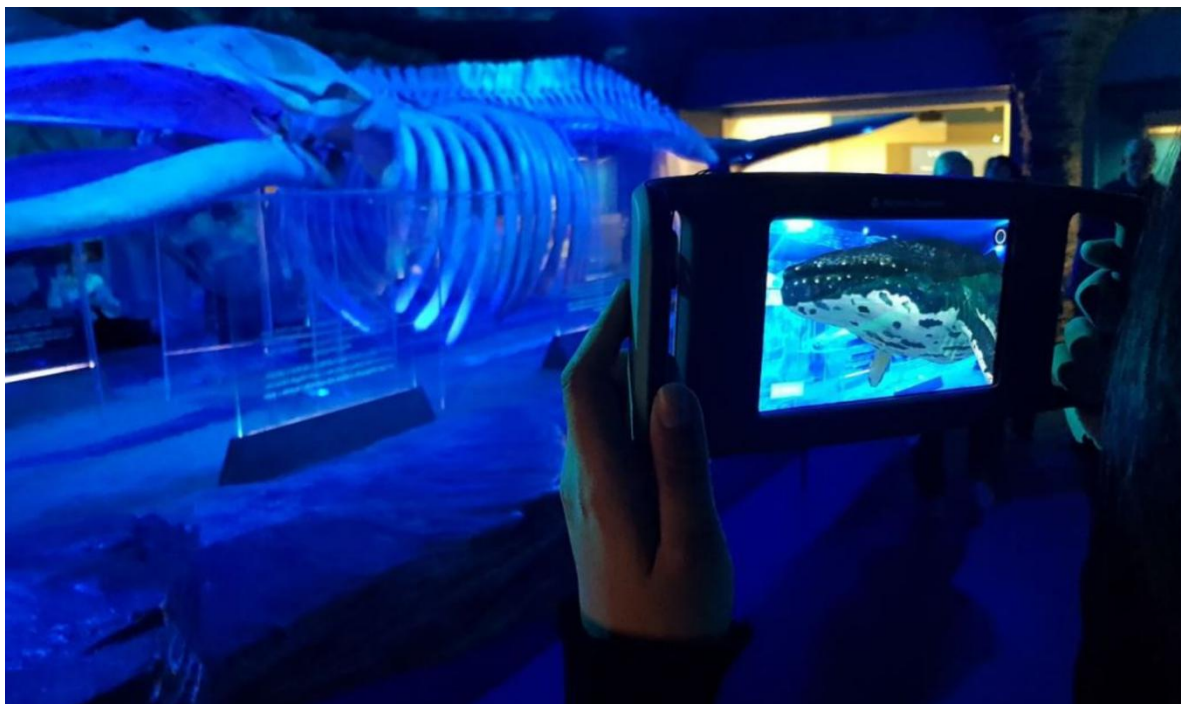


Abbildung 2: AR-Ansicht von einem Buckelwahl; Quelle: Museums + Heritage, 2024



Neben naturwissenschaftlichen Themen hat AR auch das Potenzial, biologische Prozesse detailliert zu erklären. Ein Beispiel hierfür ist eine AR-Anwendung, die es ermöglicht, den Aufbau und die Funktion des menschlichen Herzens sowie den Blutkreislauf interaktiv zu erkunden (vgl. Abb. 3). Diese Technologie hilft Lernenden, die räumlichen und funktionalen Aspekte des Kreislaufsystems besser zu verstehen. Durch die Kombination von 3D-Visualisierungen, Animationen und interaktiven Funktionen werden abstrakte Inhalte, wie der Blutfluss, in Echtzeit veranschaulicht. Lernende können aktiv in diese Inhalte eintauchen, was das Verständnis und die Motivation deutlich steigert (Kluge & Hasle, 2023, S. 90–109).



Abbildung 3: AR-Ansicht eines Herzens; Quelle: Kluge & Hasle, 2023, S. 94

Auch virtuelle Tourguides erweitern das Potenzial interaktiver Museumserlebnisse. Diese virtuellen Charaktere können ergänzende Informationen zu Exponaten liefern und Geschichten erzählen, die flexibel auf die Interessen der Nutzer abgestimmt sind (vgl. Abb. 4). Ein Beispiel hierfür ist die virtuelle Darstellung von Abraham Lincoln, bei der Besucher in die Rolle historischer Akteure schlüpfen und interaktiv Entscheidungen nachvollziehen konnten (vgl. Abb. 5). Diese personalisierten Ansätze fördern das Verständnis komplexer historischer



Abbildung 4: Monet als Tourguide; Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024

Prozesse und zeigen, wie animierte Darstellungen Wissen auf zugängliche und ansprechende Weise vermitteln können (Leon & Fisher, 2006).

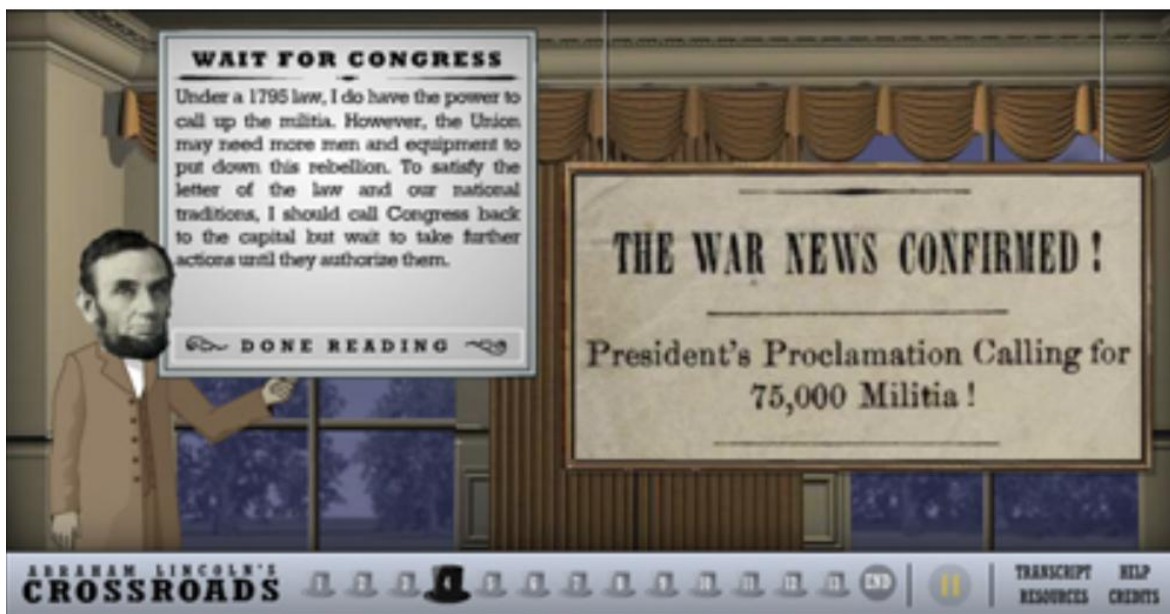


Abbildung 5: Abraham Lincoln als Tourguide; Quelle: Leon & Fisher, 2006

Die Entwicklung virtueller Touren, die speziell auf Kinder ausgerichtet sind, erfordert besondere Beachtung der Benutzerfreundlichkeit und Barrierefreiheit. Laut Thielsch (2017, S. 5–7) sind intuitive Bedienbarkeit, visuelle Rückmeldungen und große, klickbare Symbole essenziell, um auch jüngere Nutzer anzusprechen. Lange Textblöcke sollten hingegen vermieden werden, da sie die Aufmerksamkeit der Zielgruppe überfordern könnten. Usability-Studien von Nielsen (2002) zeigen, dass bewährte Designprinzipien erfolgreicher Plattformen wie Amazon oder Yahoo! auch für kindgerechte Anwendungen übertragbar sind. Multimediale Inhalte, die mehrere Sinne ansprechen, wecken nicht nur das Interesse von Kindern, sondern fördern auch ihr Engagement und ihre Lernmotivation. Eine ästhetisch ansprechende und interaktive Gestaltung ist entscheidend, um ein effektives und nachhaltiges Lernerlebnis zu gewährleisten (Nielsen, 1995).

### 2.3 Die Entwicklung und Struktur von Storytelling

Storytelling ist die Kunst des Geschichtenerzählens, eine grundlegende Technik der menschlichen Kommunikation, die sich von mündlichen Überlieferungen zu einem Schlüsselkonzept moderner Medien entwickelt hat. Neben Literatur und Film wird es zunehmend auch in digitalen Kontexten wie der Datenvisualisierung eingesetzt, um komplexe Informationen verständlich und zugänglich zu machen. Dabei binden fesselnde Erzählungen das Publikum kognitiv und emotional ein, wodurch eine tiefere Verbindung zwischen Inhalt und Rezipienten geschaffen wird (Gershon & Page, 2001, S. 31-33). Im digitalen Storytelling werden interaktive und multimediale Elemente genutzt, um diese Verbindung zu verstärken.

Ein zentraler Aspekt dabei ist die Unterscheidung zwischen der „Geschichte“, die Ereignisse und Charaktere beschreibt, und der „Erzählung“, die Struktur und Präsentation bestimmt. Eine effektive Erzählung folgt einer Spannungsdramaturgie, die durch Wendepunkte und Konsequenzen das intellektuelle und emotionale Engagement fördert (Chatman, 1978, S. 19–20; Tong et al., 2018, S. 2–4).

Erzählungen können linear oder nichtlinear strukturiert sein. Während lineare Erzählungen einer chronologischen Abfolge folgen, nutzen nichtlineare Strukturen Rückblenden, Vorgriffe oder parallele Handlungsstränge, um mehrere Zeitebenen zu integrieren und das Publikum auf neue Weise anzusprechen (Chatman, 1978, S. 46–48). Ein bekanntes Beispiel ist der Film *Pulp Fiction*, der durch seine komplexe Erzählstruktur mehrere Zeitebenen und Handlungsstränge verknüpft (vgl. Abb. 6) (Kim et al., 2018).

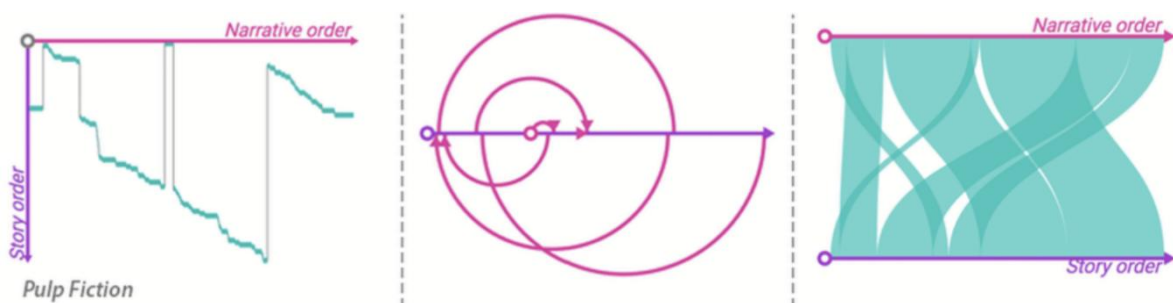


Abbildung 6: Erzählkurven (links) im Vergleich zu alternativen Designs (Mitte, rechts) für *Pulp Fiction*; Quelle: Kim et al., 2018

Solche narrativen Komplexitäten lassen sich mithilfe grafischer Modelle wie „Story Curves“ veranschaulichen, die die chronologische und die erzählte Reihenfolge gegenüberstellen. Dies erleichtert das Verständnis der Erzählstruktur (Kim et al., 2018). Während lineare Erzählungen das Publikum in der Regel passiv konsumieren lässt, fordern nichtlineare Strukturen eine aktive Rekonstruktion zeitlicher und inhaltlicher Zusammenhänge, was häufig zu einem intensiveren Erleben und Verstehen führt (Kim et al., 2018). Narrative Techniken finden nicht nur in Literatur und Film Anwendung, sondern auch in Bereichen wie Journalismus, Bildung, Unterhaltung und wissenschaftlicher Forschung. Unabhängig von der Struktur bleibt das Ziel, Inhalte verständlich und ansprechend zu präsentieren (Tong et al., 2018, S. 2).

Ein bewährtes Modell ist die Drei-Akt-Struktur, die Geschichten in drei Abschnitte gliedert: Im ersten Akt werden Handlung, Charaktere und Setting eingeführt, im zweiten Akt steigt die Spannung bis zum Höhepunkt, und im dritten Akt wird der zentrale Konflikt aufgelöst (Knafllic, 2020).

Besonders im datenbasierten Storytelling spielen Visualisierungen eine zentrale Rolle. Interaktive Visualisierungen ermöglichen es Nutzern, aktiv mit den Inhalten zu interagieren und ein tieferes Verständnis zu entwickeln. Ein Beispiel ist die interaktive Visualisierung *How Many Households Are Like Yours?* der New York Times (vgl. Abb. 7), die es Nutzern erlaubt, ihre Haushaltsmerkmale einzugeben und diese mit anderen in den USA zu vergleichen (New York Times, 2011). Solche Ansätze fördern ein höheres Engagement und machen komplexe Daten verständlicher (Figueiras, 2014). Durch die Integration solcher interaktiven Elemente wird das erzählerische Potenzial von Daten optimal ausgeschöpft.

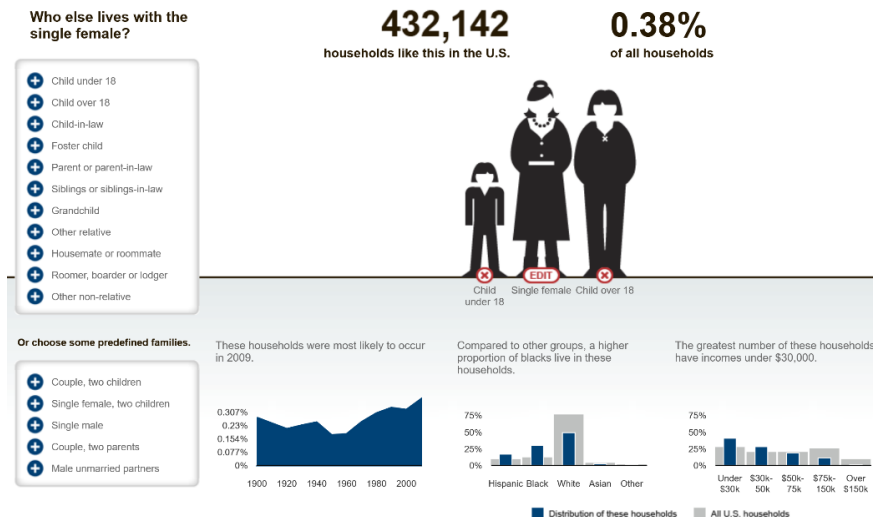


Abbildung 7: Who else lives with a single female?; Quelle: New York Times, 2011

Digitale Technologien wie Virtual Reality (VR) bieten zusätzliche Möglichkeiten, Storytelling immersiv zu gestalten. VR ermöglicht es, komplexe Inhalte spielerisch und multisensorisch zu vermitteln, was das Engagement der Nutzer erheblich steigert (Campbell, 2012, S. 386–387). Ein Beispiel hierfür ist eine VR-Installation im Museum of Modern Art, bei der Besucher in berühmte Kunstwerke eintauchen und interaktiv mit diesen interagieren konnten. Diese immersive Erfahrung stärkte sowohl das ästhetische Empfinden als auch die kognitive Auseinandersetzung mit Kunst und Kultur (Merchant et al. 2014, S. 29-40).

Für Kinder erweisen sich multimediale Ansätze als besonders effektiv, wenn sie visuelle, auditive und textuelle Elemente kombinieren. Im Projekt *Intermediales Geschichtenverstehen und Digitalstorytelling* lernen Kinder, mit digitalen Medien eigene Geschichten zu erstellen, wobei sie sowohl literarische als auch mediale Kompetenzen entwickeln. Sie kombinieren Text, Bild und Ton, um multimediale Erzählungen zu gestalten. Dies stärkt nicht nur ihre Sprachfähigkeiten, sondern vermittelt auch ein tiefes Verständnis für mediale Ausdrucksformen. Das Projekt verdeutlicht die Bedeutung kreativer Prozesse, um das Interesse und die Motivation junger Nutzer zu fördern (Junge & Niesyto, 2019, S. 43–44).

### 2.3.1 Welche Rolle spielt Storytelling in traditionellen und digitalen Medien

Storytelling als universelle Methode der Informationsvermittlung, die sich über verschiedene Medienformate hinweg etabliert hat. Jedes Medium bietet spezifische Vorteile, um das Publikum auf unterschiedliche Weise anzusprechen. In der Datenvisualisierung ermöglicht Storytelling beispielsweise, komplexe Informationen so zu präsentieren, dass sie für das Publikum zugänglicher und verständlicher werden (vgl. Abb. 8). Durch interaktive Elemente und visuelle Darstellungen können fesselnde Erlebnisse geschaffen werden, die Daten als dynamische Geschichten inszenieren (Gershon & Page, 2001, S. 31-33).



Abbildung 8: Visuelle Darstellung, Monets Seerosen; Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024



Abbildung 9: Interaktive Buchprojektion; Quelle: Eigene Aufnahme, Disney, 2024

Textbasierte Erzählungen, wie sie in Büchern, Artikeln oder Blogs vorkommen, erlauben eine detaillierte Auseinandersetzung mit narrativen Strukturen und Inhalten (vgl. Abb. 9). Besonders im wissenschaftlichen und journalistischen Kontext wird die narrative Aufbereitung von Daten genutzt, um komplexe Informationen klar und kohärent zu vermitteln. Diese Einbettung in Erzählstrukturen erleichtert es dem Publikum, Daten aufzunehmen und zu verarbeiten, während die Struktur narrativer Bögen zugleich das Interesse der Leser:innen aufrechterhält

(Chatman, 1978, S. 26–28; Gershon & Page, 2001, S. 31-37).

Audiovisuelle Medien wie Filme und Videos kombinieren visuelle Elemente mit Ton und schaffen so eine emotionale Verbindung zum Publikum (vgl. Abb. 10). Digitales Storytelling über audiovisuelle Formate dient nicht nur der Unterhaltung, sondern bietet auch effektive Möglichkeiten zur Wissensvermittlung. Besonders im Grundschulbereich zeigt sich, dass Schüler durch die Erstellung multimedialer Geschichten sowohl literarische als auch technische Kompetenzen entwickeln können. Die Kombination aus Bild, Text und Audio unterstützt die Verknüpfung kreativer und technischer Fähigkeiten, indem sie Kinder dazu anregt, eigene Inhalte multimedial aufzubereiten (Campbell, 2012, S. 386–387).



Abbildung 10: Frida Kahlo Digitales Storytelling;  
Quelle: Eigene Aufnahme, UTOPIA, 2024

Animierte Erzählungen und interaktive Charaktere eröffnen weitere Möglichkeiten, Inhalte ansprechend und verständlich zu vermitteln. Eine Studie untersuchte den Einsatz animierter pädagogischer Agenten wie „Herman the Bug“ in der Lernumgebung DESIGN-A-PLANT. Dieser virtuelle Charakter unterstützte Schüler:innen bei der Gestaltung von Pflanzen, indem er Echtzeit-Feedback zu ihren Entscheidungen gab und komplexe Konzepte wie die Pflanzenphysiologie auf verständliche Weise erläuterten (vgl. Abb. 11). Die Ergebnisse zeigten, dass solche interaktiven Erzählungen nicht nur die Aufmerksamkeit der Lernenden steigern, sondern auch ihr Verständnis für abstrakte Inhalte verbessern können (Lester et al., 1997, S. 109–110).

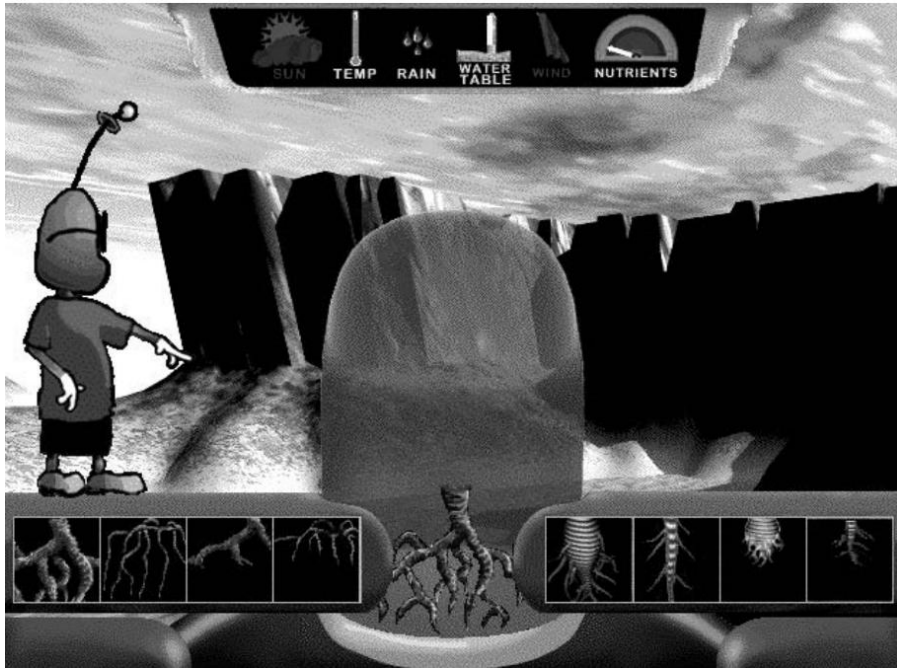


Abbildung 11: Herman the Bug; Quelle: Lester et al., 1997, S. 109–110

Interaktive Medien wie Videospiele und virtuelle Welten bieten ebenfalls innovative Ansätze des Storytellings. In der virtuellen Lernumgebung MOOSE Crossing hatten Kinder die Möglichkeit, digitale Welten zu erkunden, eigene Geschichten zu schreiben und interaktive Objekte zu programmieren. Diese aktive Teilnahme förderte nicht nur technische und kreative Fähigkeiten, sondern stärkte auch die soziale Interaktion, indem kollaboratives Arbeiten mit narrativen Techniken kombiniert wurde (Bruckman, 1997, S. 89–92).

Ein weiterer wichtiger Bereich des Storytellings sind Datenvisualisierungen, die grafische Darstellungen nutzen, um datenbasierte Geschichten zu erzählen. Narrative Visualisierungen sind im Journalismus besonders wirkungsvoll, da sie komplexe Informationen anschaulich und verständlich machen. Durch die Integration narrativer Elemente wird es möglich, datenreiche Inhalte für ein breites Publikum zugänglicher und leichter verarbeitbar zu gestalten (Figueiras, 2014).



### **2.3.2 Die Stimme als zentrales Element beim Storytelling**

Die Stimme ist ein zentrales Element im Storytelling und trägt maßgeblich zur Persönlichkeit und Emotionalität von Charakteren bei. Sie spielt eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung und Wahrnehmung von Figuren in verschiedenen Medien wie Computerspielen, Filmen und Literatur. Studien zeigen, dass die Stimme die Persönlichkeit, Glaubwürdigkeit und Emotionalität eines Charakters signifikant beeinflussen kann. Eine Untersuchung mit 31 Teilnehmern, denen Videoclips von Charakteren mit entweder menschlichen oder synthetischen Stimmen präsentiert wurden, verdeutlichte, dass Charaktere mit menschlichen Stimmen als sympathischer und emotional ausdrucksstärker wahrgenommen wurden. Die Art der Stimme hatte jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die allgemeine Bewertung von Attraktivität oder Glaubwürdigkeit (Cabral et al., 2017, S. 229–231). Weitere Untersuchungen bestätigen, dass menschliche Stimmen, insbesondere anthropomorphe Stimmen, eine positive Interaktion mit virtuellen Charakteren fördern können. Nutzer empfinden diese Stimmen als sympathischer und konsistenter, was eine emotionale und vertrautere Verbindung zwischen den Charakteren und den Nutzern schafft (Gong & Nass, 2007, S. 163-193).

Die Weiterentwicklung der Sprachsynthese ist ein zentraler Faktor für die Optimierung der Interaktion mit virtuellen Charakteren. Insbesondere die emotionale Ausdruckskraft synthetischer Stimmen ist entscheidend, da sie virtuelle Charaktere realistischer und ansprechender erscheinen lässt. Forschungsergebnisse zeigen, dass moderne Sprachumwandlungs- und Stimmkopie-Synthese-Techniken sowohl die Natürlichkeit als auch die Ausdruckstärke synthetischer Stimmen erheblich verbessern können. Stimmen, die mit diesen Technologien erstellt wurden, werden als emotional nuancierter wahrgenommen und fördern somit die emotionale Bindung der Nutzer zu virtuellen Charakteren (Türk & Schröder, 2010, S. 965–973). Auch die expressive Sprachsynthese bietet großes Potenzial, die Authentizität und Emotionalität virtueller Charaktere weiter zu steigern. Neue Technologien wie das Deep Bidirectional Long Short-Term Memory (DBLSTM) Modell, das mit einer begrenzten Menge emotionaler und bimodaler Daten trainiert wird, ermöglichen eine authentischere und emotional ausdrucksstärkere Interaktion. Ein Beispiel aus der Forschung zeigt, wie ein sprechender Avatar durch den Einsatz solcher Technologien

eine intensivere und glaubwürdigere Verbindung zu den Nutzern aufbauen konnte (Li et al., 2016, S. 1477–1481).

Auch in der Literatur spielt die Stimme eine zentrale Rolle. Studien belegen, dass die Stimmen literarischer Charaktere die Wahrnehmung der Leser erheblich beeinflussen und sowohl das Eintauchen in die Geschichte als auch die emotionale Verbindung zu den Figuren verstärken können. Viele Leser berichten von beinahe halluzinatorischen Erfahrungen, bei denen sie die Stimmen literarischer Figuren während des Lesens „hören“. Autoren erleben ebenfalls die Stimmen ihrer Charaktere intensiv während des kreativen Prozesses. Etwa 63 % der befragten Schriftsteller geben an, eine klare Vorstellung von den Stimmen ihrer Figuren zu haben. Diese imaginative Bindung zwischen Autor und Figur beeinflusst die Tiefe und Authentizität der Charakterdarstellung. Diese Prinzipien lassen sich durch sorgfältige Stimmcharakterisierung auch auf virtuelle Charaktere übertragen, was die Immersion und die Aufmerksamkeit des Publikums erheblich steigern kann (Alderson-Day et al., 2017, S. 98–105; Foxwell et al., 2020).

## **3. Methoden**

### **3.1 Datengrundlagen**

Das Steinarchivmuseum, Teil des Landesamts für Digitalisierung, Breitband und Vermessung in München, bildet mit seiner einzigartigen Sammlung von 26.634 Lithographiesteinen die zentrale Grundlage für die virtuelle Museumstour. Diese Sammlung bietet einen umfassenden Überblick über die Entwicklung der amtlichen bayerischen Vermessung seit ihren Anfängen bis ins 20. Jahrhundert. Seit 1980 steht dieses „steinreiche Erbe“ unter Denkmalschutz und ist von großer Bedeutung für die geologische und kartografische Geschichte Bayerns.

Die inhaltliche Basis der Museumstour besteht aus physischen Exponaten und multimedialen Inhalten. Historische Lithographiesteine werden durch erläuternde Texttafeln, beleuchtete Vitrinen und Bildmaterialien ergänzt. Interaktive Displays, Projektionen und Animationen veranschaulichen die technologische Entwicklung der Lithographie. Diese Kombination ermöglicht eine spielerische und vieldeutige Wissensvermittlung, die sowohl Laien als auch Fachleuten ein tieferes Verständnis der bayerischen Kartenvermessung und der geologischen Kartografie vermittelt.

Die virtuelle Tour erweitert das Museumserlebnis durch digitale Zugänge und ermöglicht so eine breitere Zugänglichkeit. Ein besonderer Fokus liegt auf der gezielten Ansprache jüngerer Zielgruppen, die durch den Einsatz unterschiedlicher Medien wie Texte, Bilder, Videos und Animationen erreicht werden sollen.

### 3.2 Technische Daten

Die Sammlung umfasst 26.634 Lithographiesteine und gilt als die weltweit größte ihrer Art. Der Steinkeller erstreckt sich über eine Fläche von 699,2 m<sup>2</sup> und steht seit 1980 unter Denkmalschutz. Aufgrund ihrer historischen und wissenschaftlichen Bedeutung nimmt die Sammlung eine zentrale Rolle in der bayerischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte ein.

Für die digitalen Aufnahmen der Exponate und Museumsräume kamen verschiedene Technologien zum Einsatz. Die Canon EOS 250D, eine DSLR-Kamera mit einem APS-C-CMOS-Sensor und 24,1 Megapixel, bietet einen ISO-Bereich von 100 bis 25.600, der auf 51.200 erweiterbar ist. Sie wurde insbesondere zur Erstellung detaillierter Nahaufnahmen der Lithographiesteine und Exponate verwendet, auch unter schwierigen Lichtbedingungen. Ergänzend kam die Insta360 ONE X2 zum Einsatz, eine 360°-Kamera mit zwei Weitwinkelobjektiven (f/2.0), die Videos mit einer Auflösung von 5,7K bei 30 fps und Fotos mit 18,4 Megapixel aufnimmt. Dank des integrierten HDR-Modus ermöglicht sie detailreiche und farbtintensive Aufnahmen. Diese Kamera wurde vor allem zur Erstellung vollständiger 360°-Ansichten der Museumsräume genutzt, um ein immersives Besuchererlebnis zu ermöglichen.

Die Erstellung der virtuellen Tour wurde mit der Software Pano2VR7 umgesetzt, die speziell für interaktive 3D-Panoramen und virtuelle Touren entwickelt wurde. Die Software ermöglicht die nahtlose Erstellung von 3D-Panoramen mit fließenden Übergängen zwischen den Aufnahmen. Zudem wurden interaktive Hotspots integriert, die ergänzende Texte, Videos und Bilder enthalten, um das Nutzererlebnis zu bereichern.

Darüber hinaus bietet Pano2VR7 die Möglichkeit, benutzerdefinierte Navigationselemente wie Buttons und Menüs zu gestalten, wodurch die Tour intuitiv und leicht bedienbar wird. Die Integration multimedialer Inhalte sorgt für eine zusätzliche inhaltliche Tiefe und eine ansprechendere Darstellung. Schließlich ermöglicht der Export in HTML5 und WebVR eine plattformübergreifende Nutzung, sodass die virtuelle Tour sowohl auf Desktop-Computern als auch auf mobilen Endgeräten und in Virtual-Reality-Umgebungen zugänglich ist.

### 3.3 Pano2VR7- Software für die virtuelle Tour

Die Auswahl von Pano2VR7 erfolgte auf Grundlage einer umfassenden Analyse verschiedener Softwareoptionen. Dabei wurden insbesondere die Kriterien Funktionsumfang, Benutzerfreundlichkeit und Designmöglichkeiten berücksichtigt. Ein Vergleich mit alternativen Programmen zeigte, dass Pano2VR7 in mehreren entscheidenden Bereichen überzeugte (vgl. Tabelle 1).

| <b>Funktionen</b>                       | <b>Adobe Captivate 2019</b> | <b>Panoee</b> | <b>Pano2VR7</b> |
|---|-----------------------------|---------------|-----------------|
| <b>Hotspot</b>                          | Ja                          | Ja            | Ja              |
| <b>Bild-Hotspot</b>                     | Nein                        | Ja            | Ja              |
| <b>Video-Hotspot</b>                    | Nein                        | Ja            | Ja              |
| <b>Sound</b>                            | Nein                        | Ja            | Ja              |
| <b>Text</b>                             | Ja                          | Ja            | Ja              |
| <b>Animationen</b>                      | Nein                        | Ja            | Ja              |
| <b>Google Street View/ Kartensicht</b>  | Nein                        | Ja            | Ja              |
| <b>Skin Editor</b>                      | Nein                        | Teilweise     | Ja              |
| <b>Eigene Designmöglichkeiten</b>       | Nein                        | Teilweise     | Ja              |
| <b>Benutzerfreundlichkeit</b>           | Nein                        | Ja            | Ja              |
| <b>Schnelle Bearbeitungszeit</b>        | Nein                        | Ja            | Ja              |
| <b>Qualitätsverlust der 360°-Bilder</b> | Ja                          | Nein          | Teilweise       |

Tabelle 1 : Vergleich der Softwareoptionen für die Erstellung der Museumstour; Quelle: Eigene Aufnahme

Die Entscheidung für Pano2VR7 basierte auf der hohen Flexibilität, den vielfältigen Gestaltungsoptionen und den umfangreichen Anpassungsmöglichkeiten. Besonders hervorzuheben sind die interaktiven Elemente, die eine Integration von Hotspots, Videos, Bildern, Audios und ergänzenden Texten ermöglichen. Zudem

bietet das Programm einen benutzerdefinierten Skin-Editor, der eine maßgeschneiderte Gestaltung der Oberfläche erlaubt – sowohl für eine kindgerechte Darstellung als auch für eine ansprechende visuelle Umsetzung für Erwachsene.

Ein weiterer Vorteil ist die Vielfalt an Designmöglichkeiten, darunter individuelle Anpassungen von Icons, Farben und Menüstrukturen. Obwohl die Benutzeroberfläche von Pano2VR7 eine gewisse Einarbeitungszeit erfordert, erfüllte die Software alle technischen und gestalterischen Anforderungen des Projekts. Die reibungslose Integration interaktiver Inhalte sowie die hochwertige Darstellung der 360°-Aufnahmen machten Pano2VR7 zur idealen Wahl für die Umsetzung eines innovativen, digitalen Museumskonzepts.

### **3.4 Bilderfassung und Aufnahmetechniken**

Für die Bilderfassung erfolgte die Platzierung der Insta360 ONE X2 Kamera auf einem Stativ an strategisch ausgewählten Positionen im Raum, um eine vollständige und präzise Erfassung aller Exponate und sämtlichen räumlichen Details zu gewährleisten. Die anspruchsvollen Lichtverhältnisse des Steinarchivmuseums – schwache Beleuchtung, künstliches Licht, Schattenbildung und Reflexionen durch Vitrinen – erforderten Aufnahmen in den Formaten JPG, RAW und HDR, um im Endergebnis eine bestmögliche Bildqualität sicherzustellen.

Nach einer Testphase, in der die Lichtverhältnisse, Belichtungszeiten, Blendenöffnungen und die Fokussierung überprüft und angepasst wurden, entstanden 254 Bilder. Im Anschluss daran musste analysiert werden, welche Aufnahmen hinsichtlich Positionierung und Belichtung am besten geeignet sind. Um eine gleichmäßige Beleuchtung und einen einheitlichen Abstand für alle Aufnahmen zu gewährleisten, brauchte es weitere Aufnahmen. Diese Optimierungen sollten garantieren, dass die Bilder später in der virtuellen Tour farblich nahtlos zusammenpassen. In der finalen Museumstour wurden 37 der aufgenommenen 360°-Aufnahmen integriert.

Die speziellen hochauflösenden Detailaufnahmen von den Objekten, Wandplakaten und Exponaten im Museumsarchiv, sowie die Videoaufnahmen von den Exponaten in den Schaukästen konnten mit Hilfe der Canon EOS 250D erstellt und dokumentiert werden.

### 3.5 Aufbau der Anwendung

#### 3.5.1 Planung der Aufnahmen

Die Stativhöhe und der Abstand zu den Exponaten wurden gezielt so gewählt, dass sowohl der gesamte Raum als auch die Details der Exponate optimal erfasst werden konnten (vgl. Abb. 12). Diese Anpassung der Perspektive ermöglicht es, die Exponate sowohl in ihrem räumlichen Kontext als auch als Einzelobjekte zu präsentieren.



Abbildung 12: Stativ Planung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Um eine optimale Darstellung mit den richtigen Abständen und den besten Lichtverhältnissen zu gewährleisten, wurden im Vorfeld Testaufnahmen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Perspektiven und Lichtquellen getestet, um die bestmögliche Bildqualität zu erzielen (vgl. Abb. 13, 14 und 15).



Abbildung 13: Erster Testlauf Helligkeit und Platzierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Abbildung 14: Zweiter Testlauf Helligkeit und Platzierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Abbildung 15: Dritter Testlauf Helligkeit und Platzierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Für die Panoramaaufnahmen wurde die Insta360 ONE X2 verwendet, um 360°-Panoramabilder des Museums zu erstellen. Diese Kamera überzeugte durch ihre hohe Bildqualität und die einfache Handhabung, wodurch eine effiziente und präzise Aufnahme der Museumsräume ermöglicht wurde.

Die Detailaufnahmen wurden mit der Canon EOS 250D angefertigt, die aufgrund ihrer hohen Auflösung und ihrer Leistungsfähigkeit unter schwierigen Lichtverhältnissen besonders gut für diese Aufgabe geeignet war. Vor allem kleine oder schlecht beleuchtete Exponate profitierten von der detailgetreuen Wiedergabe. Durch die gezielte Anpassung des ISO-Werts und der Belichtungszeiten an die Umgebungsbeleuchtung konnte eine ausgewogene Belichtung sichergestellt und das Bildrauschen minimiert werden.



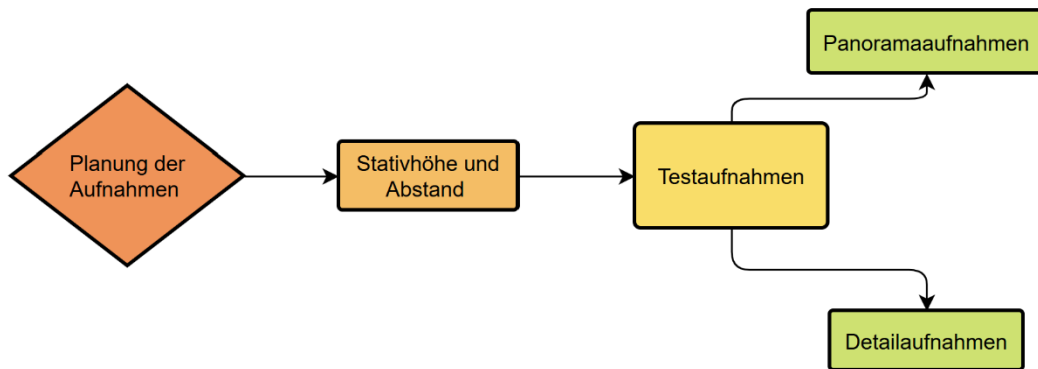


Abbildung 16: Flussdiagramm zur Planung von Aufnahmen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025

### 3.5.2 Nachbearbeitung der Aufnahmen

Für die Nadir-Korrektur und die Entfernung störender Elemente wurde die Funktion „Generatives Erweitern“ in Adobe Photoshop verwendet. Diese Technik diente dazu, unerwünschte Elemente im Panoramabild, insbesondere die Stativbereiche und den Stativkopf, gezielt zu retuschieren und zu entfernen. Zusätzlich konnten störende Spiegelungen und weitere unerwünschte Bildelemente mithilfe des Lasso-Werkzeugs präzise beseitigt werden (vgl. Abb. 17).



Abbildung 17: Entfernung der Störelemente und des Nadir Bereiches; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Abbildung 18: Ansicht der Panoramaaufnahme (korrigiert); Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Abbildung 19: Korrigierte Panoramaaufnahme mit fehlerhafter Nadir-Korrektur; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Für die Logoerstellung wurde ein neues rundes Design des LDBV-Logos in Adobe Illustrator entwickelt, um die fehlgeschlagene Nadir-Korrektur abzudecken (vgl. Abb. 19). Anschließend wurde das überarbeitete Logo in die Panoramabilder integriert, um eine einheitliche und professionelle Optik zu gewährleisten (vgl. Abb. 20).

Landesamt für Digitalisierung,  
Breitband und Vermessung



Abbildung 20: Erstellung der Logo Abdeckung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Für die Ausrichtung der korrigierten Version wurden die hochauflösenden Nahaufnahmen mithilfe der Funktion „Perspektivische Verformung“ in Adobe Photoshop symmetrisch angepasst (vgl. Abb. 21 und 22). Dadurch wurde sichergestellt, dass die Bilder präzise ausgerichtet sind und anschließend nahtlos in die virtuelle Tour im Programm Pano2VR7 integriert werden konnten.

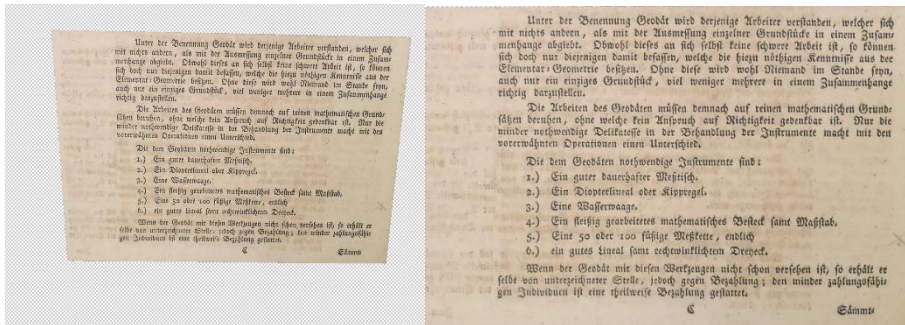


Abbildung 21: Ausrichtung der Nahaufnahmen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Abbildung 22: Symmetrische Ausrichtung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

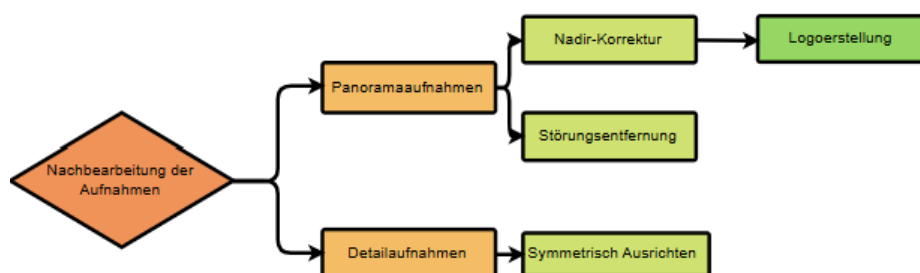


Abbildung 23: Flussdiagramm zur Erstellung der Nachbearbeitung der Aufnahmen; Quelle: Eigen Aufnahme, 2025

### 3.5.3 Bearbeitung und Integration in Pano2VR7

Der Import der Panoramaaufnahmen erfolgte in Pano2VR7, wo die bearbeiteten 360°-Panoramabilder entsprechend der tatsächlichen Raumaufteilung logisch angeordnet wurden (vgl. Abb. 24). Zur Ergänzung der Tour wurden Titel und Beschreibungen hinzugefügt, um die Inhalte verständlich zu vermitteln und die Navigation benutzerfreundlicher zu gestalten.

Für die Übergänge zwischen den Aufnahmen wurden fließende Verbindungen zwischen den 360°-Ansichten und den hochauflösenden Detailbildern geschaffen. Dadurch konnte eine nahtlose Navigation ermöglicht werden, die das Nutzererlebnis immersiver gestaltet.

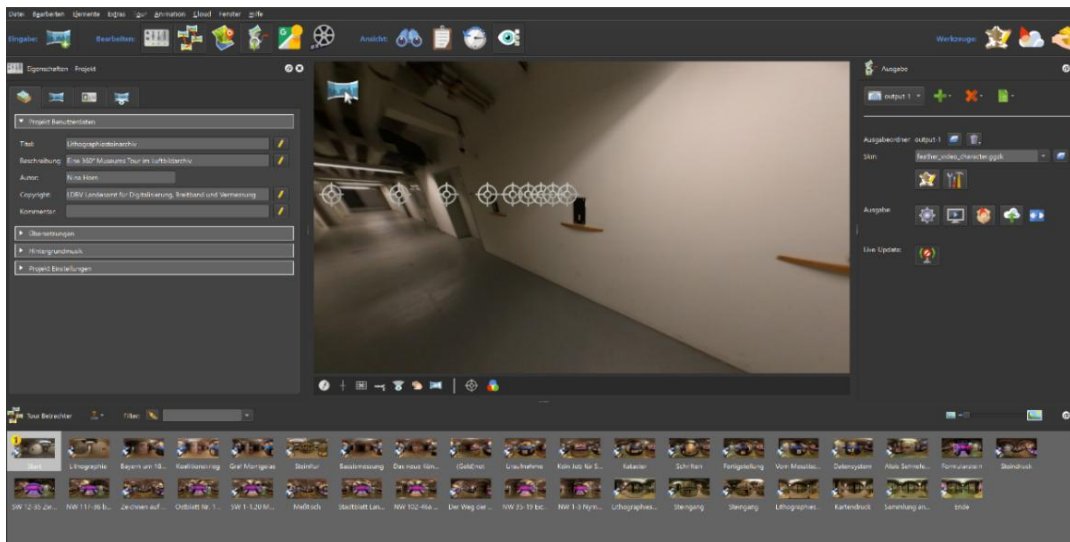


Abbildung 24: Anordnung der Panoramen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

### 3.5.4 Farbgestaltung und visuelle Hierarchie

Die Farbgestaltung der virtuellen Tour basiert auf den Prinzipien der Corporate Identity des Museums und dem Farbschema des LDBV (vgl. Abb. 25). Grundlage dafür bildete das Corporate Design, dessen Farbgebung direkt im Skin-Editor von Pano2VR7 definiert und konsequent umgesetzt wurde.



Abbildung 25: Farbgestaltung vom LDBV; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Die konsequente Verwendung der definierten Farbpalette sorgt für eine einheitliche visuelle Identität, die sowohl Professionalität als auch Wiedererkennung fördert. Durch gezielt eingesetzte Farbakzente und eine klare Strukturierung der interaktiven Elemente entstand eine übersichtliche Hierarchie, die die Benutzerfreundlichkeit und Navigation innerhalb der Tour weiter optimiert.

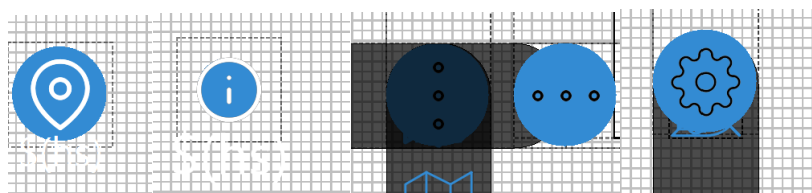


Abbildung 26: Farbgestaltung bei allen Elementen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

### 3.5.5 Skin-Editor und interaktive Elemente

Für das Anlegen des Skin-Layouts wurde ein neues Design entwickelt, das speziell auf die Anforderungen der virtuellen Tour abgestimmt war.

Anschließend begann die Erstellung interaktiver Elemente, bei der verschiedene Komponenten im Skin-Editor von Pano2VR7 integriert wurden. Dazu gehörten Hotspots, Pop-ups, Menüleisten, Buttons, Icons und Textfelder, die direkt im Editor erstellt und individuell angepasst wurden (vgl. Abb. 27 und 28).

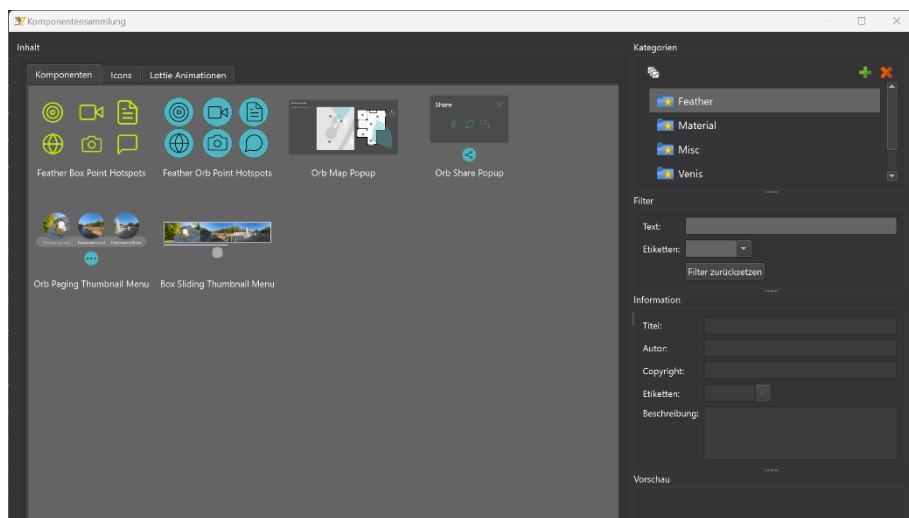


Abbildung 27: Komponentensammlung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

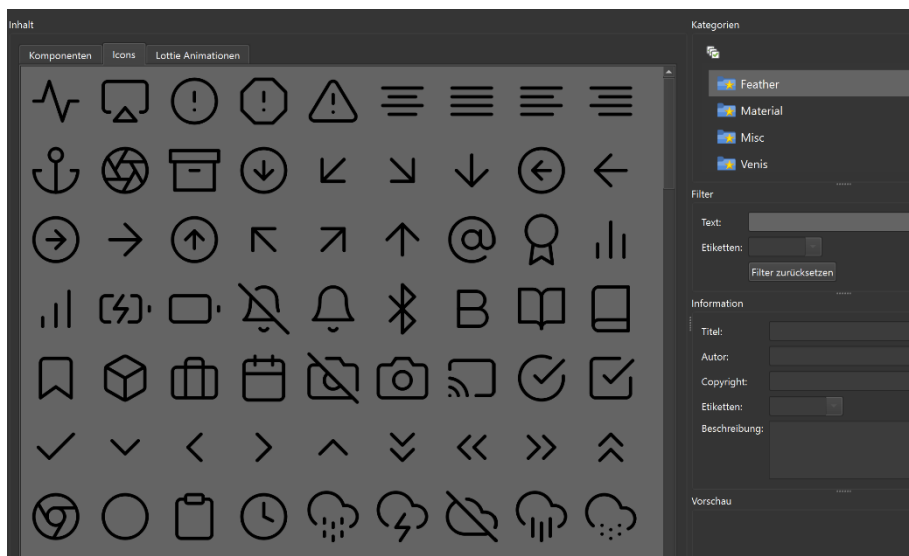


Abbildung 28: Komponentensammlung-Icons; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Die Eigenschaften der interaktiven Elemente, darunter Größe, Position, Farbe sowie Funktionalitäten in den Bereichen Sichtbarkeit, Aktionen und Pop-ups, wurden detailliert in den Skin-Einstellungen festgelegt. Zusätzlich tragen sorgfältig ausgearbeitete Features zur Verbesserung der Navigation und Benutzerfreundlichkeit bei.

Jedes interaktive Element erhielt zudem spezifische Aktionen, wie das Anzeigen zusätzlicher Informationen, das Öffnen von Detailansichten oder das Abspielen von Videos. Diese Konfigurationen sorgen für eine dynamische und interaktive Nutzererfahrung innerhalb der virtuellen Tour (vgl. Abb. 29).

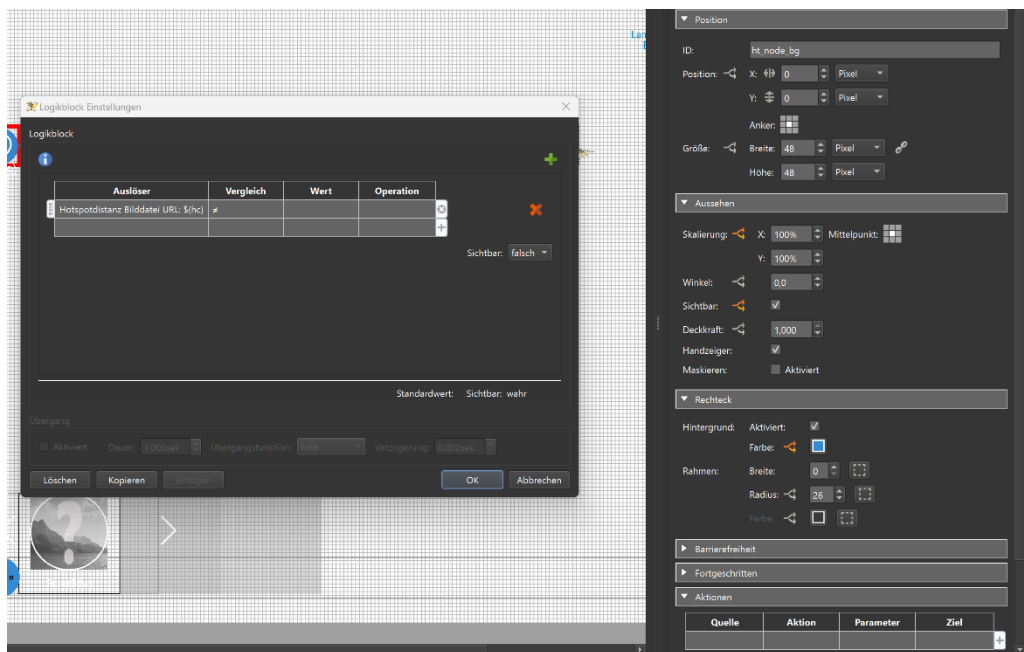


Abbildung 29: Eigenschaften der Elemente definieren; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Die zuvor in Adobe Firefly und Adobe Character erstellten Charakterfiguren wurden in Adobe Photoshop leicht modifiziert, sodass sie nun im Doppelpack erscheinen. Zusätzlich wurde ein neuer blauer Play-Button in Form eines Dreiecks hinzugefügt. Anschließend ließ sich die Datei als SVG exportieren, in Pano2VR7 importieren und dort als spezieller Button für Kinder definieren und integrieren (vgl. Abb. 30 und 31).

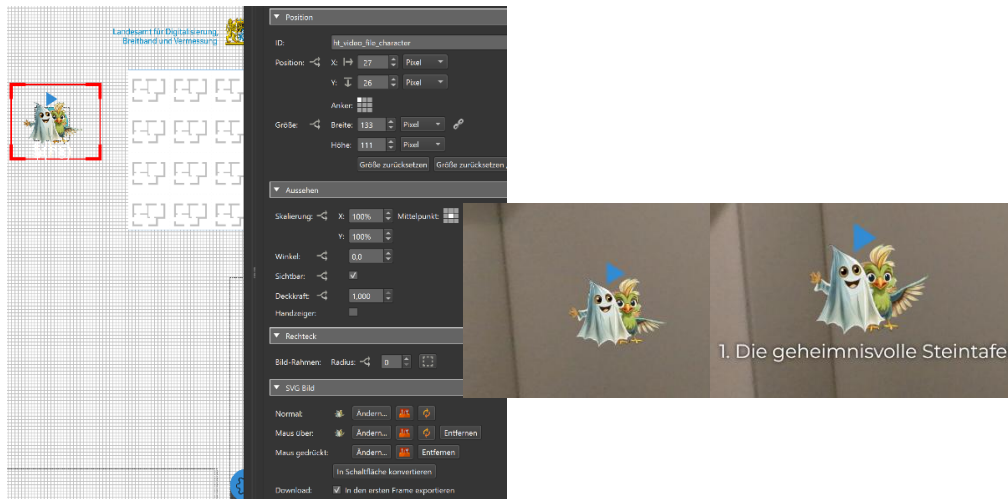


Abbildung 30: Kinder-Button Konfiguration; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

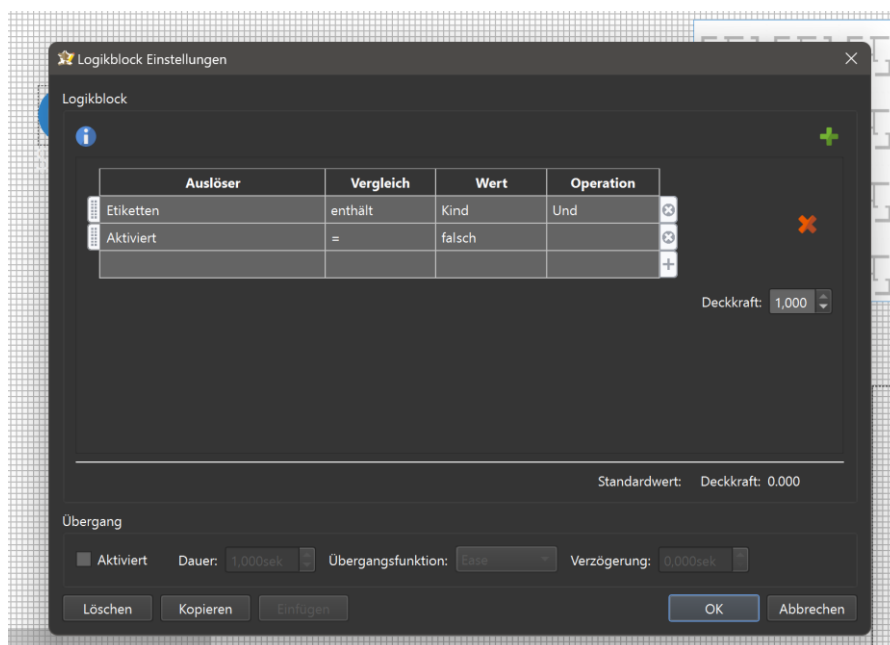


Abbildung 31: Eigenschaften der Kinder-Buttons; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Der Kinder-Button wurde mit einer Nummerierung von 1 bis 9 versehen und in den Farben Blau und Rot gestaltet. Rot markiert den aktuellen Standort innerhalb der Tour, während Blau die übrigen Stationen darstellt (vgl. Abb. 32).



Abbildung 32: Kinder-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Die regulären Standort-Buttons für die allgemeine Tour übernehmen die Farbgestaltung der Kinder-Buttons in Blau und Rot, um eine einheitliche optische Navigation zu gewährleisten. Rot markiert den aktuellen Standort, während Blau die verbleibenden Stationen kennzeichnet.

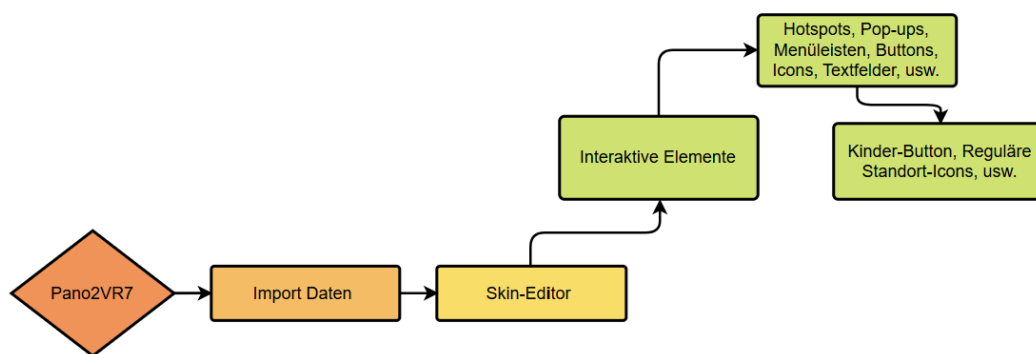


Abbildung 33: Erstellung des Skin-Editors; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025

### 3.5.6 Grundrissgestaltung und Integration

Der Grundriss des Museums wurde in Adobe Photoshop und Illustrator visuell überarbeitet und erhielt ein neues Design, das der Form eines Lithographiesteins nachempfunden ist (vgl. Abb. 34). Durch diese Designentscheidung soll bereits durch das äußere Erscheinungsbild der historische Bezug der Tour betont und ein sichtbarer Zusammenhang zur Thematik hergestellt werden.

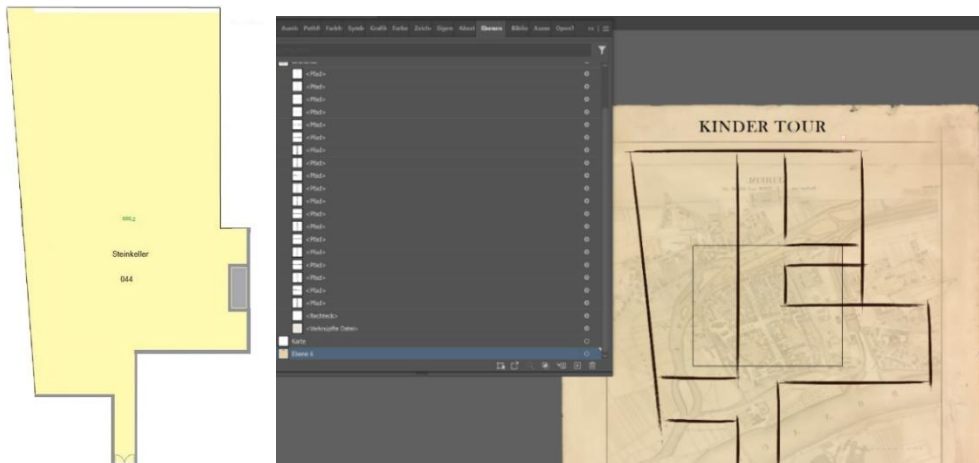


Abbildung 34: Erstellung der Grundrisskarte; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Die neu erstellte Grundrisskarte wurde in Pano2VR7 importiert und mit den einzelnen Stationen der Tour verknüpft (vgl. Abb. 35). Dadurch entstand eine logische und intuitive Navigation zwischen den verschiedenen Bereichen des Museums.

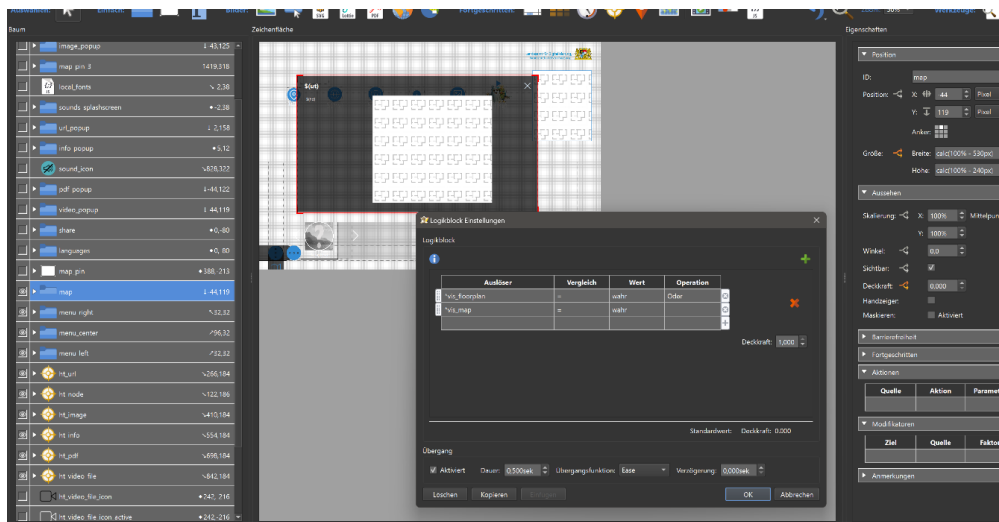


Abbildung 35: Verknüpfung der Stationen mit der Grundrisskarte; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

### 3.5.7 Import der Fotos und Animationsvideos

Die bearbeiteten Fotos wurden an den zuvor festgelegten Positionen platziert, abgestimmt auf die einzelnen Elemente in den jeweiligen Bereichen (vgl. Abb. 36). Zusätzlich wurde eine Funktion integriert, die es ermöglicht, die Bilder per Mausklick zu öffnen und in der gewünschten Größe anzuzeigen.



Abbildung 36: Positionierung der Fotos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Für die Erstellung der Animationsvideos wurden die aufgenommenen Nahaufnahmen von Graf Montgelas und König Joseph I. in Adobe Photoshop animiert. Durch das Hinterlegen verschiedener Bilder konnte eine Bewegung erzeugt werden. Sobald die animierten Ebenen nacheinander abgespielt und aufgenommen wurden, entstand eine Videodatei, die anschließend als Animationsvideo importiert wurde.

Bei der exakten Positionierung wurden die speziell erstellten Videos präzise eingebunden. Dazu gehörten animierte Bewegungen wie das Blinzeln der Augen (vgl. Abb. 37) und das Lächeln durch eine Mundbewegung (vgl. Abb. 38) von Graf Montgelas.



Abbildung 37: Blinzeln mit den Augen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Abbildung 38: Lächeln durch eine Mundbewegung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Diese Videos wurden exakt auf die Augen- und Mundpartie des Fotos positioniert, um eine realistische und präzise Darstellung innerhalb der Tour zu gewährleisten (vgl. Abb. 39).



Abbildung 39: Exakte Positionierung der Videos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

### 3.5.8 VR-Optimierung

Für die VR-Darstellung wurde ein separat erstellter VR-Skin benötigt. Sein Aufbau ähnelt dem des HTML-Skins, erforderte jedoch individuelle Anpassungen der erstellten Hotspots, Menüleisten, Icons und Buttons sowie deren jeweiligen Eigenschaften. Zudem mussten alle Farbeinstellungen, Größen und Positionen der Elemente einzeln angepasst werden, um eine optimale Darstellung in der VR-Umgebung zu gewährleisten.

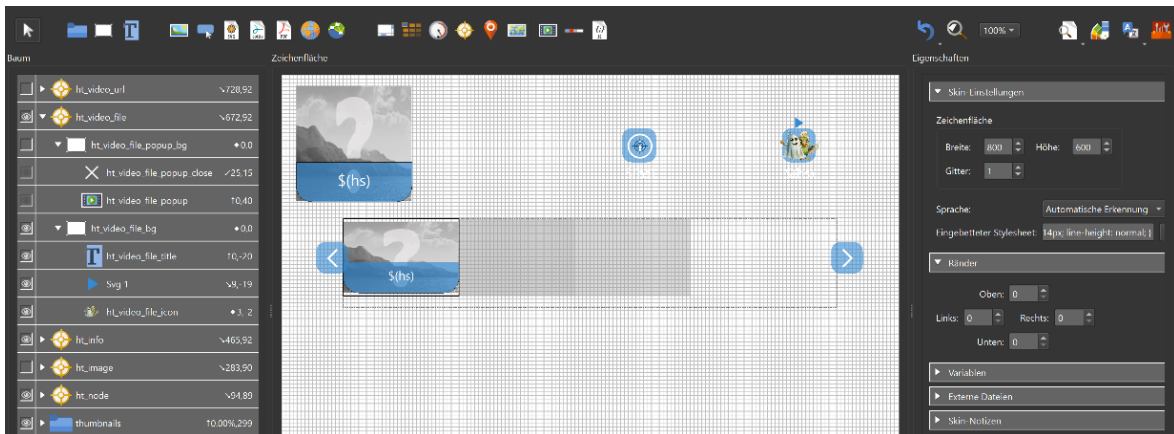


Abbildung 40: VR-Skin; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

### 3.5.9 Storytelling

Für die Sammlung und Analyse von Informationen wurden zunächst alle verfügbaren Daten über das Museumsarchiv, einschließlich der Ausstellungsexponate, Archivmaterialien und diverser Broschüren, zusammengetragen. Anschließend erfolgte eine systematische Sichtung und Sortierung der Angaben.

Um die Grundlage für die Story zu entwickeln, wurden zentrale historische Fakten erfasst und dokumentiert. Mithilfe eines Brainstormings wurde eine Erzählstruktur erarbeitet, um die Hauptbotschaft und den erzählerischen Fokus der Geschichte im Sinne des Storytellings festzulegen.

In der Konzeption der Geschichte stand die Zielgruppe der 8- bis 12-Jährigen im Mittelpunkt. Dementsprechend wurde eine fiktive Geschichte um einen gefundenen Stein mit vielen offenen Fragen entwickelt, wobei der Fokus auf einer didaktischen Wissensvermittlung in kleinen, verständlichen Einheiten lag.

Um die Aufmerksamkeit der Kinder während der gesamten Tour aufrechtzuerhalten, wurde ein gezielt entwickelter Spannungsbogen integriert, der folgende Phasen umfasst:

1. **Einführung:** Archy, der Archaeopteryx, findet eine Steintafel und trifft auf den Geist im Archivmuseum. Diese Entdeckung soll die Neugier der Kinder wecken.

2. **Steigerung:** Im Verlauf der Unterhaltung zwischen den Charakteren wird die Verbindung zwischen Archys Steintafel und den Inhalten des Museumsarchivs immer deutlicher.
3. **Höhepunkt:** Die Enthüllung, dass es sich um einen Lithographiestein handelt, sowie die Bedeutung der Lithographie werden in die Geschichte eingebettet, um eine kognitive Verknüpfung zwischen den Erzählinhalten und den historischen Fakten herzustellen.
4. **Auflösung:** Archy entscheidet sich, den gefundenen Lithographiestein im Museum zu lassen, damit auch andere Kinder ihn bewundern können. Dieser reale Bezug soll das vermittelte Wissen nachhaltig verankern.

In der Charakterentwicklung wurde Archy, der Archaeopteryx, als Hauptfigur der Geschichte konzipiert. Er lebte vor etwa 150 Millionen Jahren und gilt als Übergangsform zwischen Dinosauriern und Vögeln. Seine Verbindung zum Steinarchivmuseum ergibt sich aus der Tatsache, dass seine Fossilien 1860 in den Solnhofener Plattenkalken des Oberjura entdeckt wurden. Als karikaturhafte, cartoonähnliche Figur gestaltet, ist Archy der Protagonist, der durch neugierige Fragen und abenteuerliche Handlungen die Zielgruppe zum Mitmachen anregen soll.

Der Geist des Steinarchivkellers übernimmt die Rolle einer Mentorin und Museumsleiterin, die komplexe Inhalte auf eine kindgerechte und leicht verständliche Weise vermittelt.

Bei der Erstellung der Dialoge lag der Fokus auf einem didaktischen Aufbau, der eine Verbindung zwischen historischen Fakten und einer spannenden Geschichte um einen Lithographiestein herstellt. Dabei sorgt Archy durch seine Fragen, die Kinder typischerweise stellen würden, für Interaktivität. Der Geist liefert daraufhin leicht verständliche Antworten. Diese neugierigen Dialoge sollen die Kinder dazu motivieren, der Tour weiter zu folgen und gemeinsam mit Archy zu erfahren, was es mit seinem Fund auf sich hat.

Die Umsetzung erfolgte durch die Integration der Szenen, die sich in mehrere Abschnitte gliedern. Jede Szene entspricht einer Station der virtuellen Tour, wodurch eine strukturierte und interaktive Wissensvermittlung ermöglicht wird.

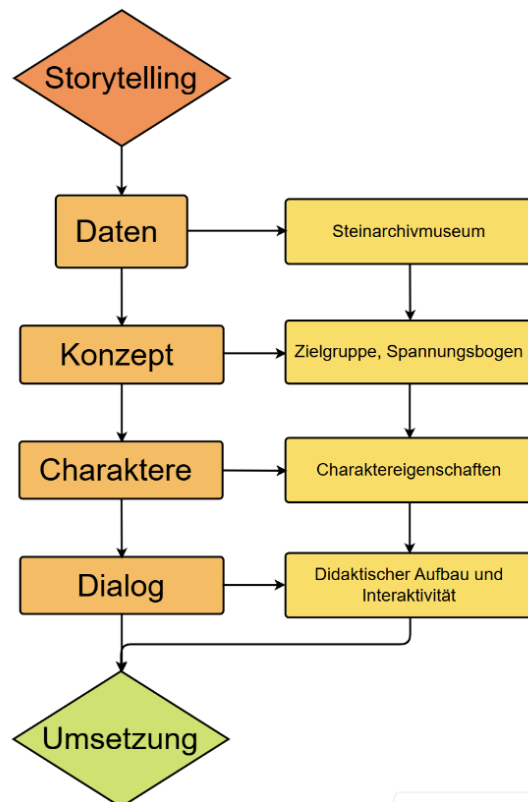


Abbildung 41: Flussdiagramm Storytelling, Erstellung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025

### 3.5.10 Entwicklung und Animation der Charaktere

In der Design- und Vorbereitungsphase wurden die Charaktere anhand präziser Beschreibungen entworfen und mithilfe von Adobe Firefly gestaltet. Der Fokus lag dabei auf kindgerechten, karikaturartigen Merkmalen, wie großen Augen und niedlichen Gesichtszügen, um gezielt die gewünschte Zielgruppe anzusprechen.

Für die Animation wurden alle beweglichen Elemente, darunter Augen, Mund, Flügel und Arme, auf separaten Ebenen organisiert (vgl. Abb. 42). Diese Struktur erleichtert die Animation und ermöglicht eine präzise Steuerung der Bewegungen.



Abbildung 42: Gliedmaßen separat auf Ebenen erstellen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Für die Details der Bewegungsabläufe wurden mehrere Modelle erstellt, um verschiedene Mundwinkelbewegungen und Augenanimationen darzustellen (vgl. Abb. 43 und 44). Diese Modelle ermöglichen später eine realistische Simulation der Bewegungen in Adobe Character. Die feinen Details tragen zu einer natürlichen Darstellung bei und verbessern die Ausdruckskraft der animierten Charaktere.



Abbildung 44: Mundbewegung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Abbildung 43: Kiefer- und Augenliderbewegung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



In der Animation mit Adobe Character Animator wurden die Gliedmaßen entsprechend der funktionalen Anforderungen präzise beschriftet und definiert. Jede Bewegung wurde für die gewünschten Ausführungen individuell angepasst (vgl. Abb. 45, 46 und 47).

Die erstellte Konfiguration der Bewegungen ermöglicht es, dass sie per Mausklick ausgelöst, über die Kameraerfassung gesteuert und unabhängig von anderen Körperteilen ausgeführt werden können.



Abbildung 45: Definierung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Zusätzliche Effekte wie „Dangle“, „Ziehbar“ und „Fest“ wurden eingesetzt, um eine natürliche Körperbewegung zu simulieren (vgl. Abb. 46 und 47).

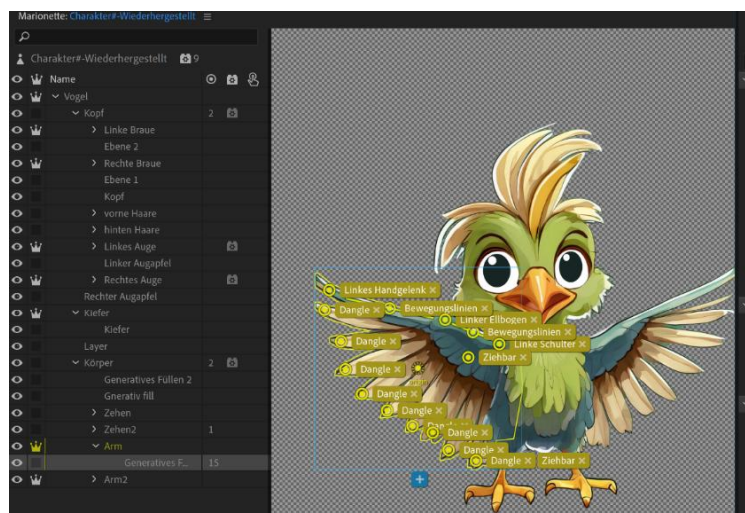


Abbildung 46: Bewegungseigenschaften Archy; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

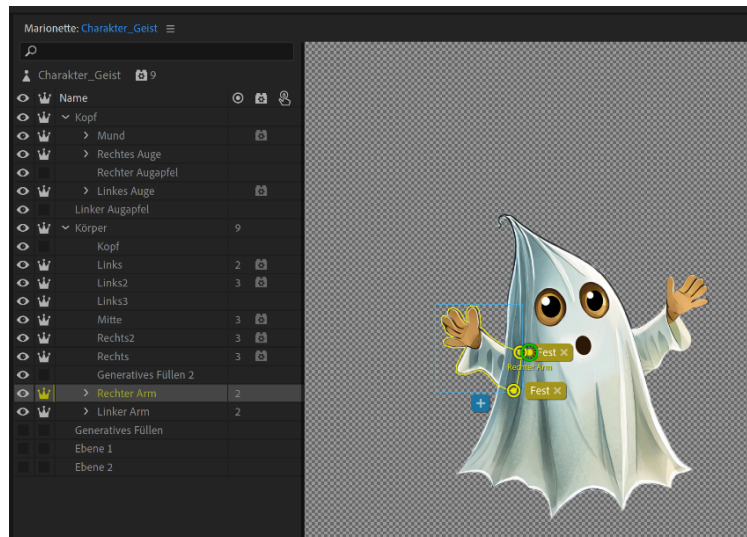


Abbildung 47: Bewegungseigenschaften Geist; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

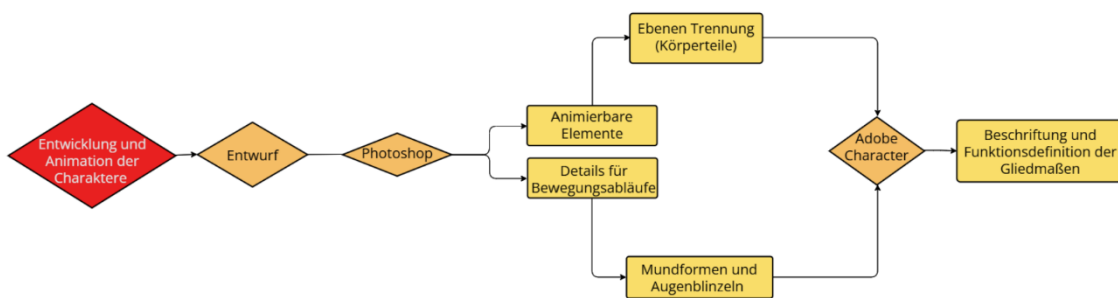


Abbildung 48: Flussdiagramm Entwicklung der Animation; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025

### 3.5.11 Stimmenaufnahme und Audio-Integration

Für die Aufnahme der Stimmen wurde Archys Text von einer männlichen Person eingesprochen, ohne Nachbearbeitung oder den Einsatz von Voice-Filtern.

Die Stimme des Geistes wurde mithilfe der App „Voice Changer“ aufgezeichnet (vgl. Abb. 49). Dabei wurden die Tonhöhen je nach den zu vermittelnden Emotionen und der Bedeutung innerhalb des gesprochenen Satzes angepasst und variiert. Anschließend erhielt die Aufnahme automatisch einen Voice-Filter, um der Stimme einen kindlichen Touch zu verleihen.

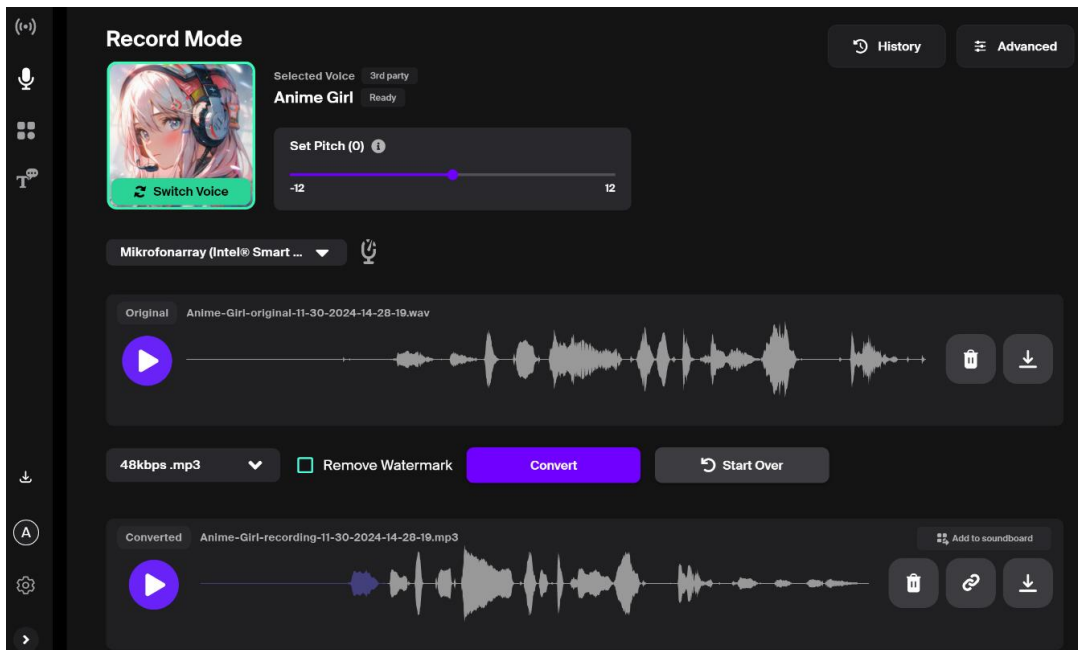


Abbildung 49: Voice Filter; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

In der Integration und Synchronisation wurden alle aufgenommenen Stimmen in einer Audiodatei zusammengeführt und in Adobe Character importiert, um sie mit den Charakteren zu synchronisieren.

Mithilfe der Funktion „Lippensynchronisation aus Audiodaten berechnen“ wurden automatisch Sprachbewegungen erzeugt, die anschließend manuell feinjustiert wurden, um einen authentischen und natürlichen Ausdruck der Charaktere zu gewährleisten.

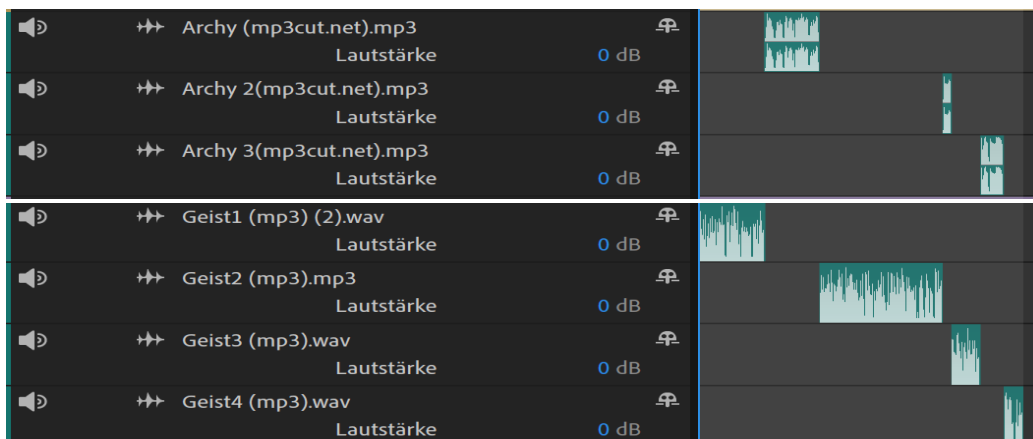


Abbildung 50: Import der Audiodateien; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

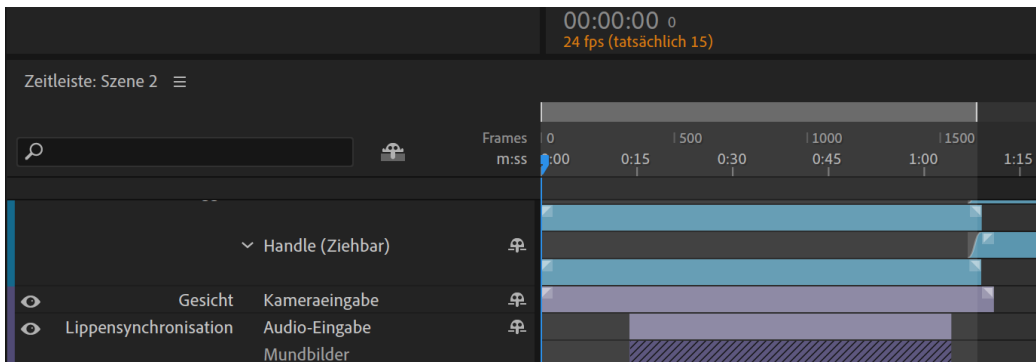


Abbildung 51: Lippensynchronisation; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

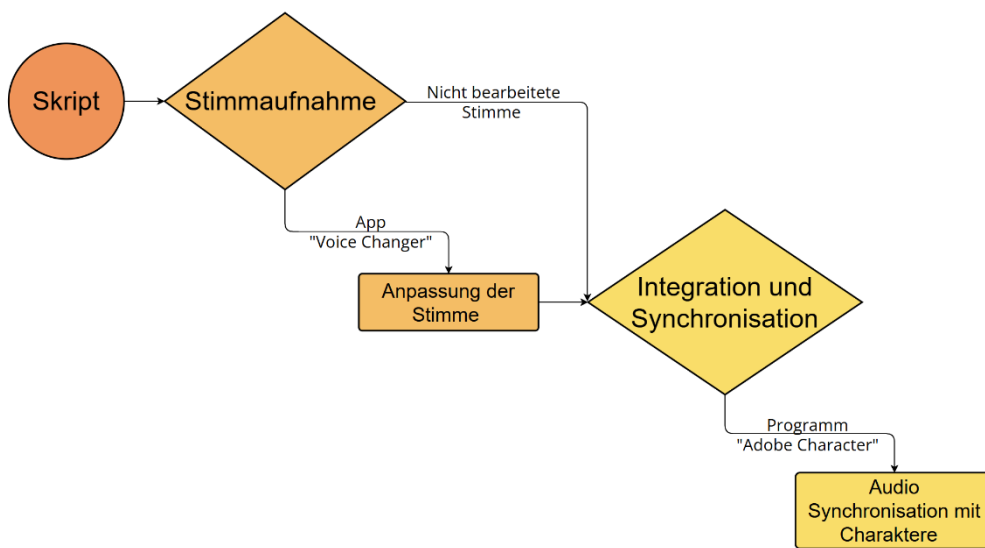


Abbildung 52: Integration und Synchronisation der Stimmen zu den Charakteren; Quelle: Eigene Aufnahme, 2025

### 3.5.12 Animation und Integration in die virtuelle Tour

In der automatischen und kamera-basierten Bewegungssteuerung wurden die Bewegungen der Augen, Flügel und Arme für jeden Charakter in der jeweiligen Szene separat animiert. Zur Vervollständigung der Abläufe wurde die Funktion „Automatisch blinzeln“ genutzt, um festzulegen, wie oft und wie lange die Charaktere blinzeln sollen. Diese Einstellungen erfolgen automatisch und erfordern keine manuelle Eingabe.

Die Webcam-Aufzeichnung ermöglichte die Erfassung von Kopf-, Körper-, Mund- und Augenbewegungen. Mithilfe des Programms konnten die Bewegungen einer Person in Echtzeit auf die Charaktere übertragen werden, wodurch eine natürliche und synchronisierte Animation entstand (vgl. Abb. 53).



Abbildung 53: Webcam-Aufzeichnung der Augen- und Kopfbewegung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Im Szenenaufbau wurde jede Szene auf eine Länge von ca. zwei Minuten begrenzt, um eine Überforderung der Zielgruppe zu vermeiden und die Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten. Die Inhalte wurden thematisch und visuell abwechslungsreich gestaltet, um den Lernprozess ansprechend und dynamisch zu halten.

Die visuelle Gestaltung umfasste das Einfügen und Einbinden passender Hintergründe in Adobe Character Animator, die jeweils auf die Szene der Story abgestimmt wurden (vgl. Abb. 54). Dabei wurden die Eigenschaften wie Größe, Positionierung und Sichtbarkeitsdauer der Hintergründe exakt angepasst. Mithilfe der Sichtbarkeitsbalken in der Timeline konnte sichergestellt werden, dass alle visuellen Elemente synchron mit den Dialogen und Animationen erscheinen.

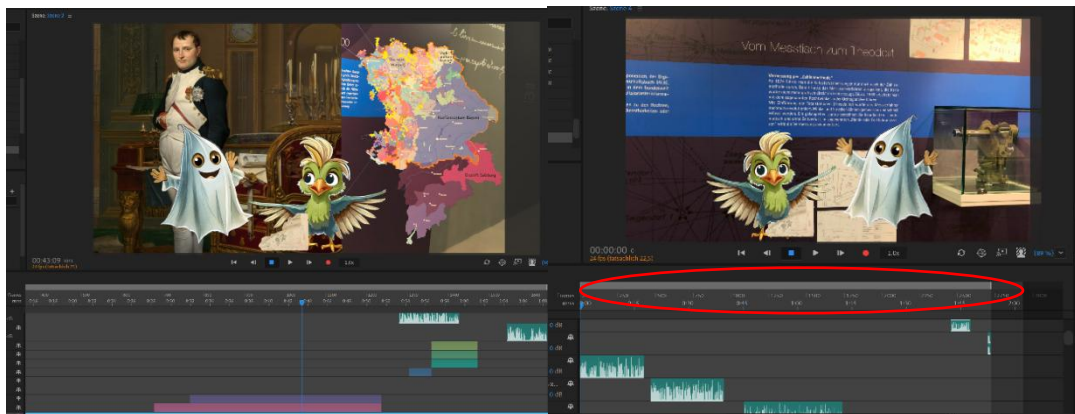


Abbildung 54: Anpassung der Elemente an die Timeline; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

In der Zusammenführung der Dateien wurden die erstellten MP4-Videodateien mit einem eigens gestalteten Intro in Canva versehen. Anschließend erfolgte die Zusammenführung der Videos im Adobe Media Encoder (vgl. Abb. 55).

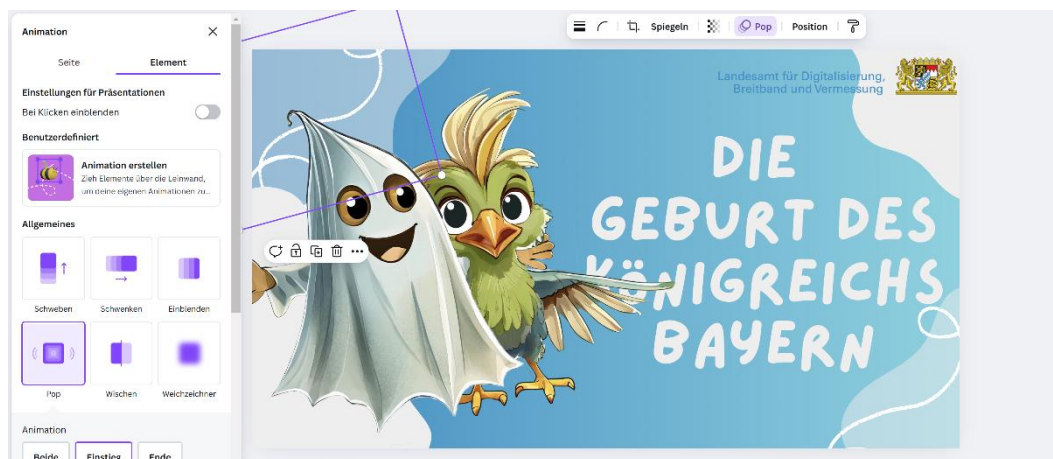


Abbildung 55: Einbindung der Videos in die Tour; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Nach der Überprüfung konnten die finalisierten Videodateien in Pano2VR7 integriert werden (vgl. Abb. 56). Erst durch das vollständige Zusammenführen der einzelnen Komponenten entstand das einzigartige, immersive Erlebnis, das virtuelle Touren auszeichnet.

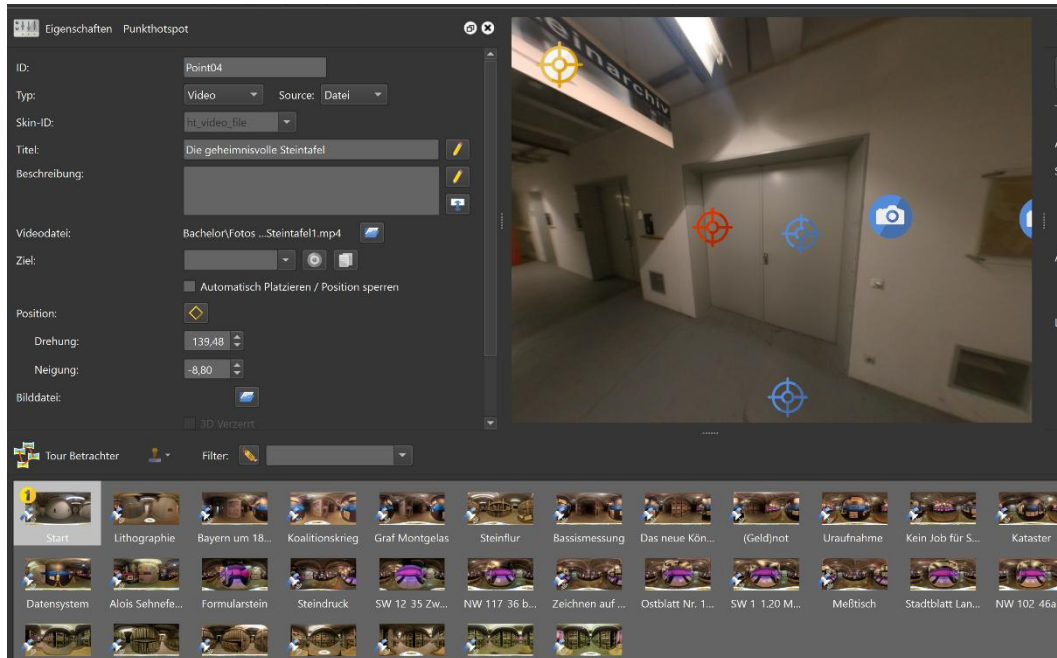


Abbildung 56: Einbindung der Videos in die Tour; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

## 4. Didaktikanwendung

### 4.1 Interaktive 360° Museumstour für Kinder

Die finale Darstellung der Museumstour sowie die Anzeige der Button-Funktionen sind hier zu sehen. Alle Buttons ändern ihre Farbe, wenn der Mauszeiger darüberfährt, wie am Beispiel des Home-Buttons erkennbar. Zudem öffnen sich bei einigen Buttons Untertitel, während sich bei anderen die Größe verändert oder sie sich bewegen – beispielsweise der Kinder-Button in Abbildung 58. Bestimmte Buttons öffnen neue Menüs, wie das Hauptmenü in Abbildung 59. Weitere Schaltflächen sind in den Abbildungen 60 bis 62 zu sehen: der Button Übersichtskarte (Abb. 60), der Button Information (Abb. 61) und der Button Share (Abb. 62). Generell können alle Fenster über das X oben rechts geschlossen werden. Unterhalb des LDBV-Logos ist die Kinderübersichtskarte mit den Stationen der Kindertour eingebledet, die dauerhaft an dieser Stelle in der Museumstour angeheftet bleibt (vgl. Abb. 57).

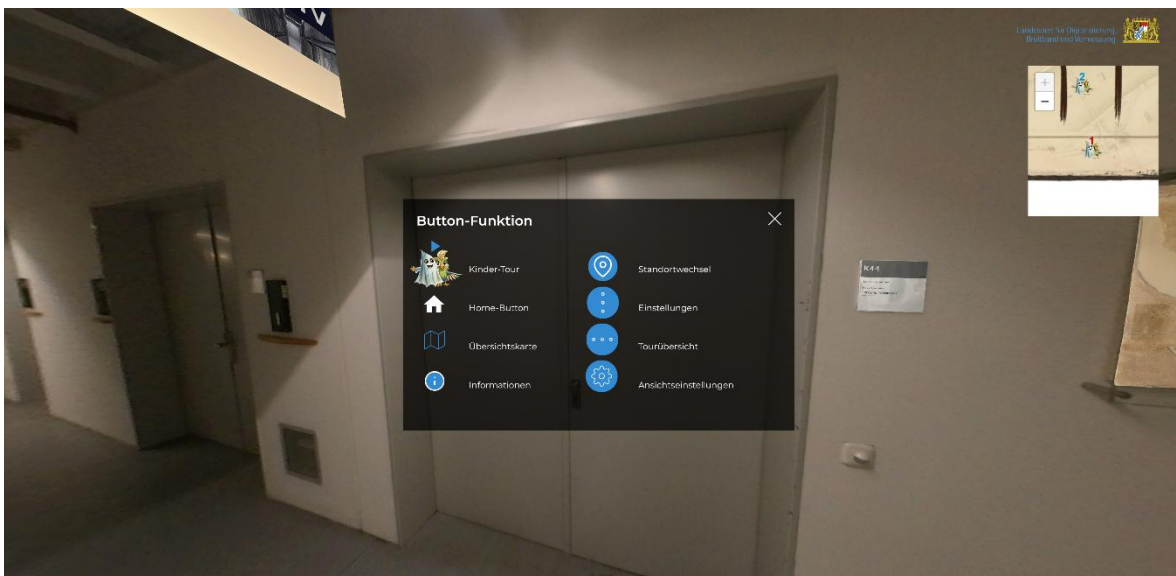


Abbildung 57: Startansicht; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Nach einem Klick in das Bildschirmfeld öffnet sich die Tür, die Tour beginnt und die drei Hauptmenü-Buttons (Einstellungen, Ansichtseinstellungen und Tourübersicht) sowie der Kinder-Tour-Button erscheinen für weitere Interaktions- und Navigationsfunktionen (vgl. Abb. 58).

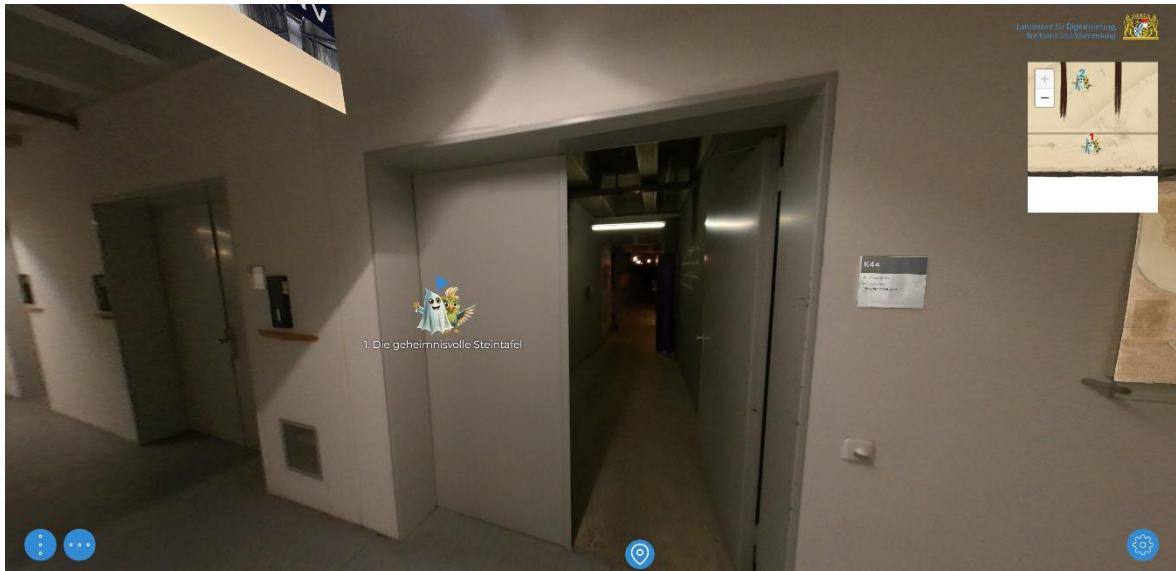


Abbildung 58: Hauptmenü Buttons und Kinder-Tour Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Sind alle drei Hauptmenü-Buttons angeklickt, werden ihre jeweiligen Funktionen in einer Leiste angezeigt. Beim Button Tourübersicht in der Mitte erscheint eine Menüleiste mit bebilderten Kreisen und weißen Untertiteln. Diese Tourübersichtsleiste zeigt die Standorte der Tour an und ermöglicht durch Anklicken einen schnellen Standortwechsel (vgl. Abb. 59).

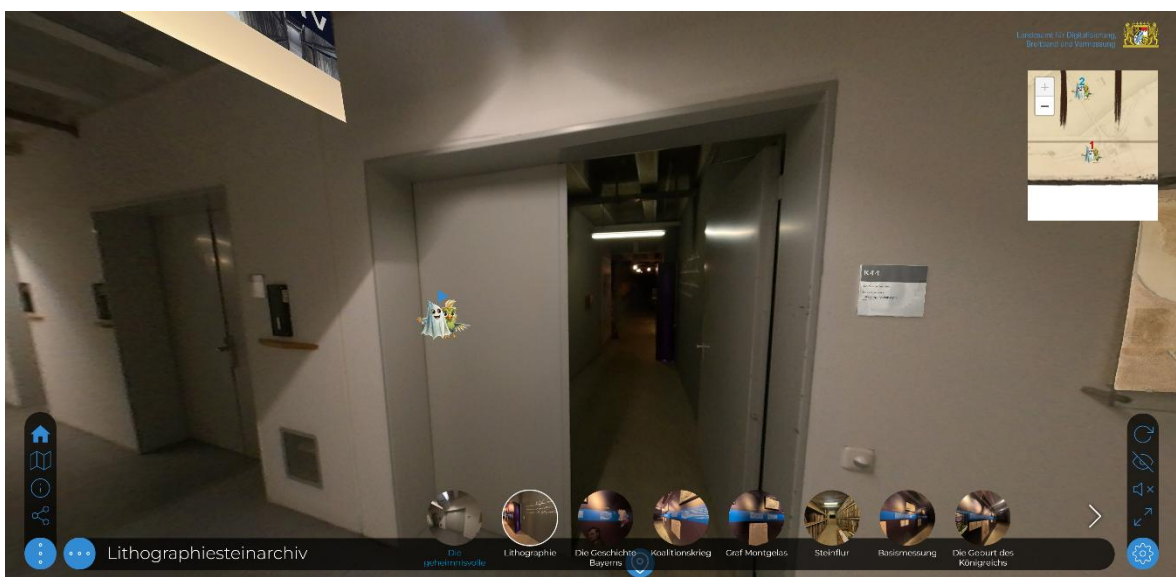


Abbildung 59 Geöffnetes Hauptmenü; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Nach Anklicken des Buttons Übersichtskarte auf der geöffneten Leiste des Buttons Einstellungen wird die Kartenansicht der Tour mit Standort und Infotext angezeigt. Die Darstellung erfolgt in Form einer Lithographiesteinkarte und wird durch Informationstexte zur jeweiligen Seite ergänzt. Die Karte kann per Mausscrollen oder über den Zoom-Controller vergrößert oder verkleinert werden. In der Kinderübersichtskarte wird der Standort in denselben Farben dargestellt, wobei diese Karte ausschließlich die für Kinder relevanten Stationen anzeigt (vgl. Abb. 60).

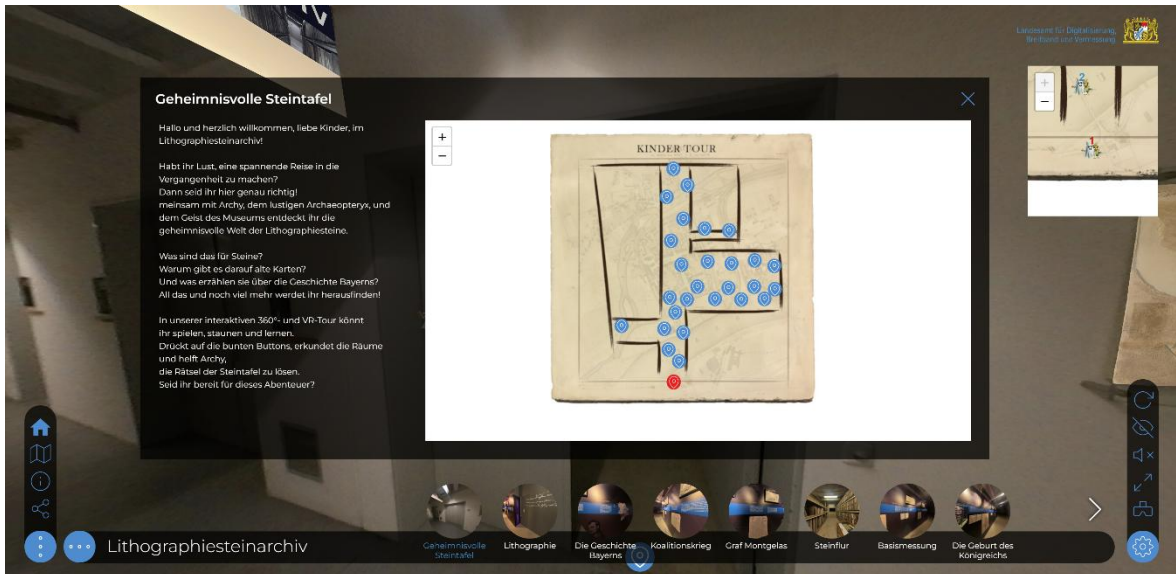


Abbildung 60: Button Übersichtskarte geöffnet; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Der Infotext zur aktuellen Seite wird nach Anklicken des Buttons Informationen auf der geöffneten Leiste des Buttons Einstellungen angezeigt. Dieser Text kann durch Scrollen weitergelesen oder per Klick auf den Button Lautsprecher im Infotextfeld vorgelesen und ausgeschaltet werden (vgl. Abb. 61).

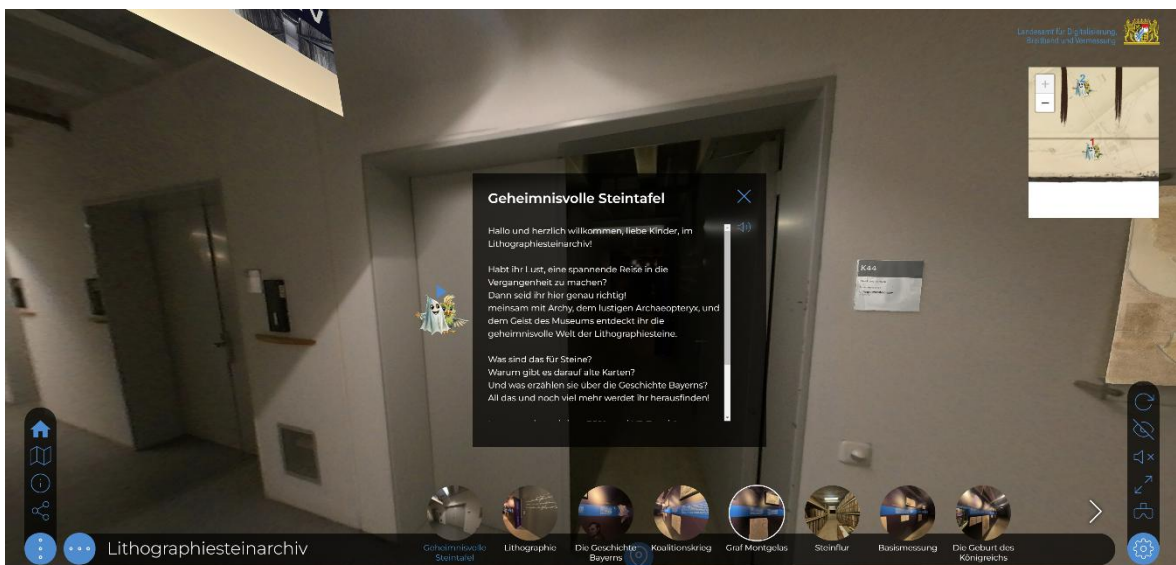


Abbildung 61: Button Information geöffnet; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Nach Anklicken des Buttons Share erscheint auf der geöffneten Leiste des Buttons Einstellungen die Funktionstafel für die Social-Media-Links, über die die Tour in sozialen Netzwerken geteilt werden kann (vgl. Abb. 62).

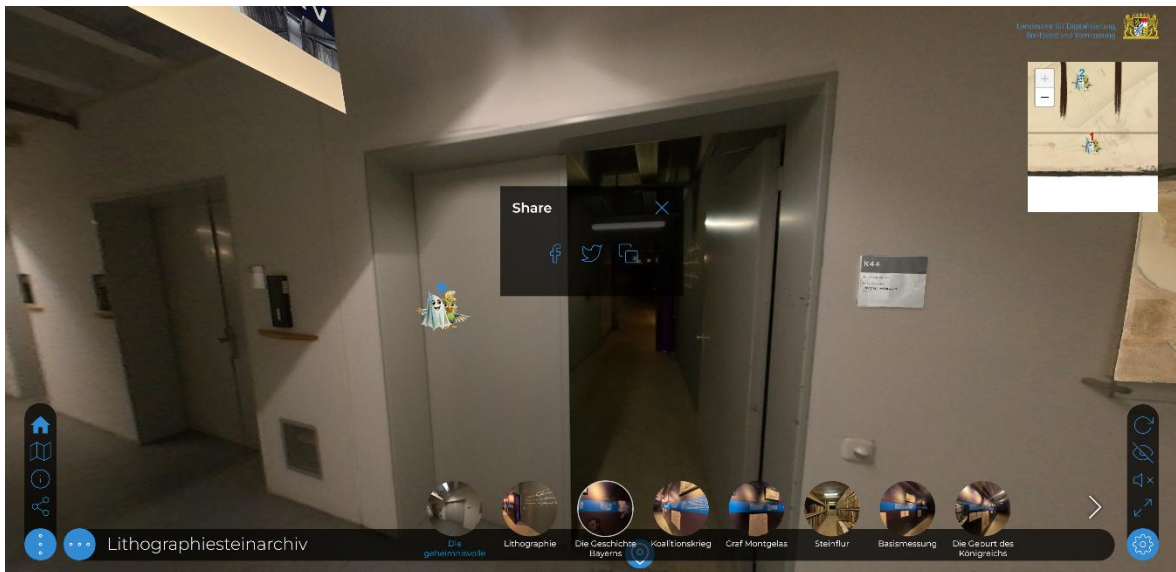


Abbildung 62: Button Share geöffnet; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Beim Anklicken des Kinder-Tour-Buttons, deutlich erkennbar durch die beiden Charaktere, wird eines der neun Kinder-Videos geöffnet. Das Video startet automatisch. Über die Steuerleiste kann das Video im Vollbildmodus abgespielt, die Lautstärke angepasst sowie vor- und zurückgespult, pausiert und fortgesetzt werden (vgl. Abb. 63).



Abbildung 63: Kinder-Video; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Der Standort in der Tour kann über verschiedene Buttons gewechselt werden, darunter die Tourübersichtsleiste, der Button Übersichtskarte in der Einstellungsleiste oder die Kinderübersichtskarte (vgl. Abb. 64).

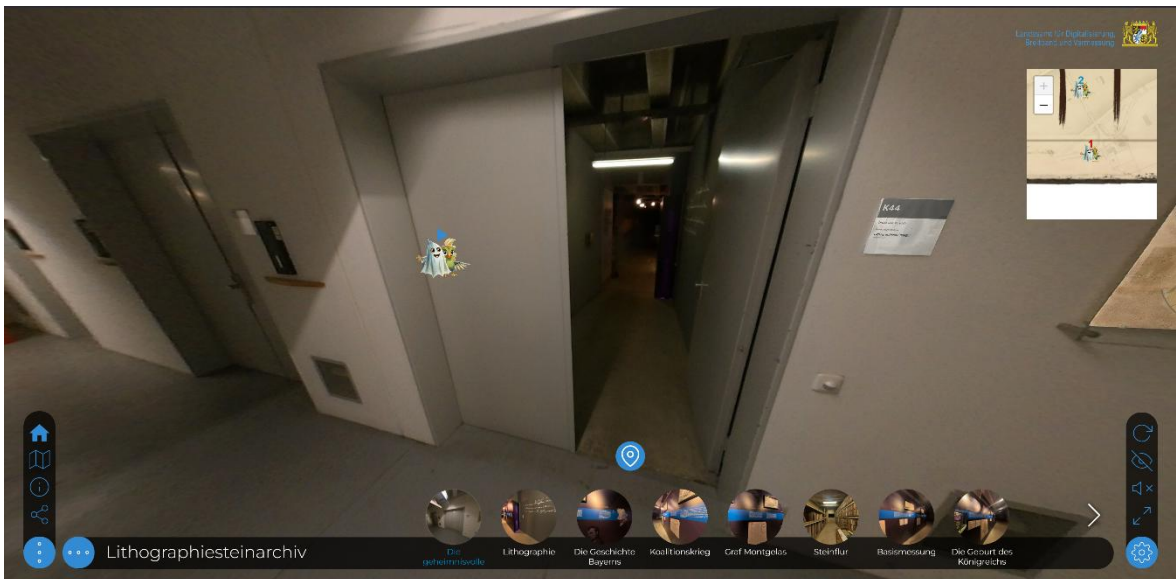


Abbildung 64: Hauptmenüleiste mit den Standorticons; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Beim Wechsel des Standorts in der Tourübersichtsleiste ändern bereits besuchte Stationen ihre Untertitel von Weiß auf Blau. Zudem werden Informations-Buttons an den jeweiligen Exponaten angezeigt, die beim Anklicken spezifische Informationen darstellen (vgl. Abb. 65).



Abbildung 65: Informations-Buttons in der Tour; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Gemälde und Ausstellungsstücke können in der Tour per Mausklick in einer Großansicht betrachtet und anschließend wieder geschlossen werden (vgl. Abb. 66).



Abbildung 66: Großansicht der Exponate; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Ein an diesem Standort im Museumsarchiv eingefügtes Video wird in Dauerschleife abgespielt. Es kann per Mausklick in einer größeren Ansicht angezeigt oder wie in Abbildung 68 dargestellt werden (vgl. Abb. 67).



Abbildung 67: Ansicht des BR-Videos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Videos können beliebig in der Tour platziert werden, wodurch sich die Betrachtungsansicht entsprechend verschiebt. Über die Steuerleiste lassen sich Einstellungen vornehmen, wie das Vor- oder Zurückspulen um 10 Sekunden, das Aktivieren des Vollbildmodus oder das Schließen der Datei (vgl. Abb. 68).

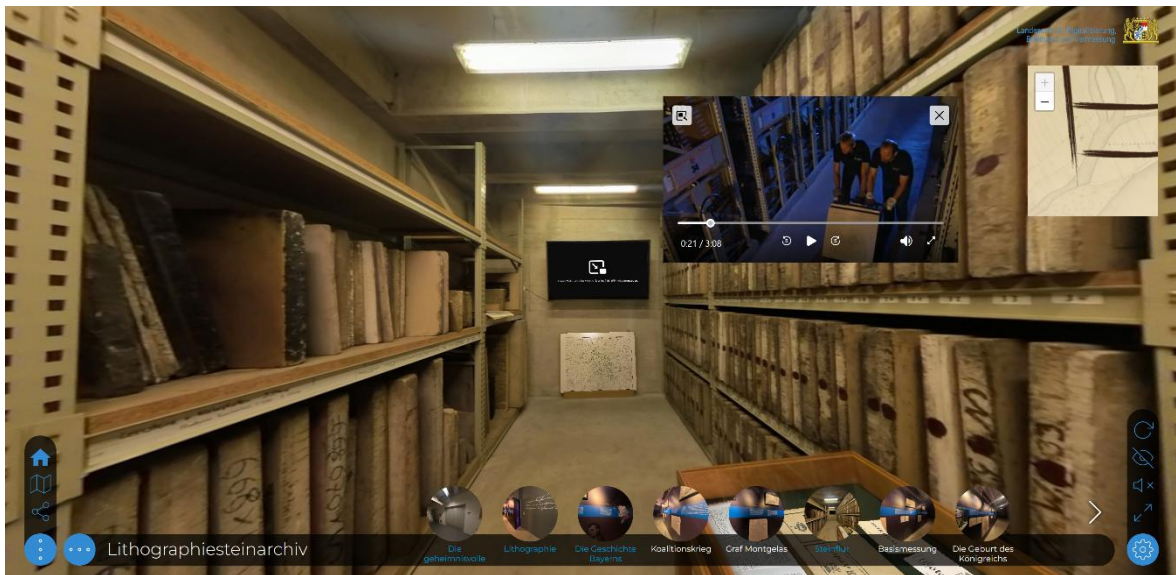


Abbildung 68: Ansichtsvariante des BR-Videos; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Innerhalb der virtuellen Tour können Videos geöffnet werden, um eine direkte Ansicht durch eine Nahaufnahme des ausgestellten Objekts in einer Vitrine zu ermöglichen (vgl. Abb. 69).

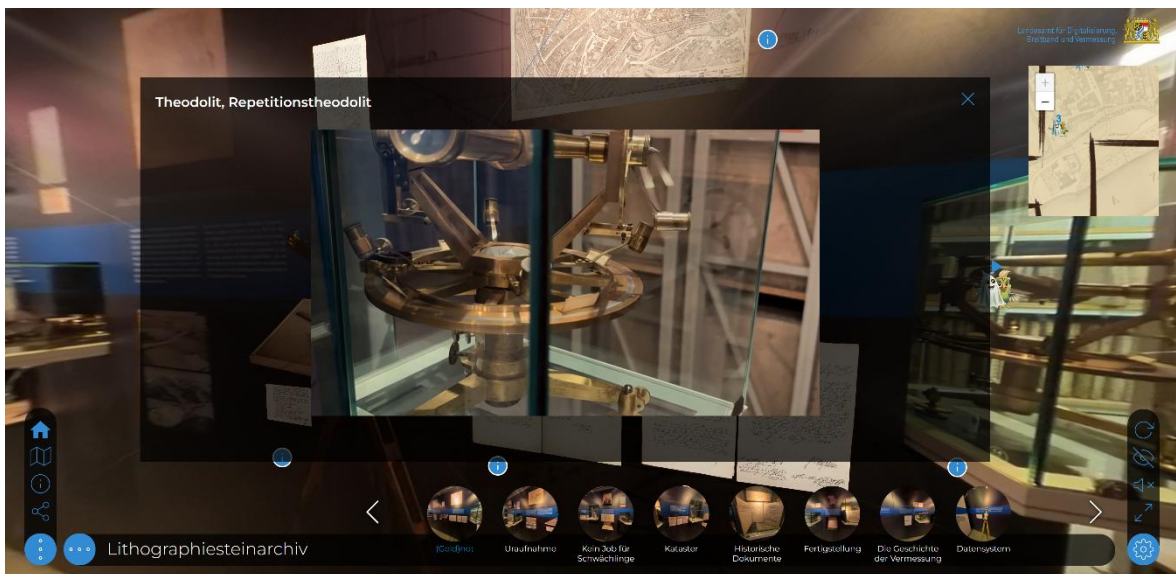


Abbildung 69: Video-Nahaufnahme eines Objekts; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Die Ansicht in der Tour kann flexibel angepasst werden. Per Mausrad ist ein Heran- und Herauszoomen möglich, und die Perspektive lässt sich mit der Maus in alle Richtungen verschieben. Die Buttons in der geöffneten Leiste des Buttons Ansichtseinstellungen bieten zusätzliche Optionen, wie automatisches Drehen, das Ausblenden von Buttons – wie hier dargestellt, um den Fokus auf die Raumansicht zu legen – sowie das generelle Ausschalten des Tons und den Wechsel in den Vollbildmodus (vgl. Abb. 70).

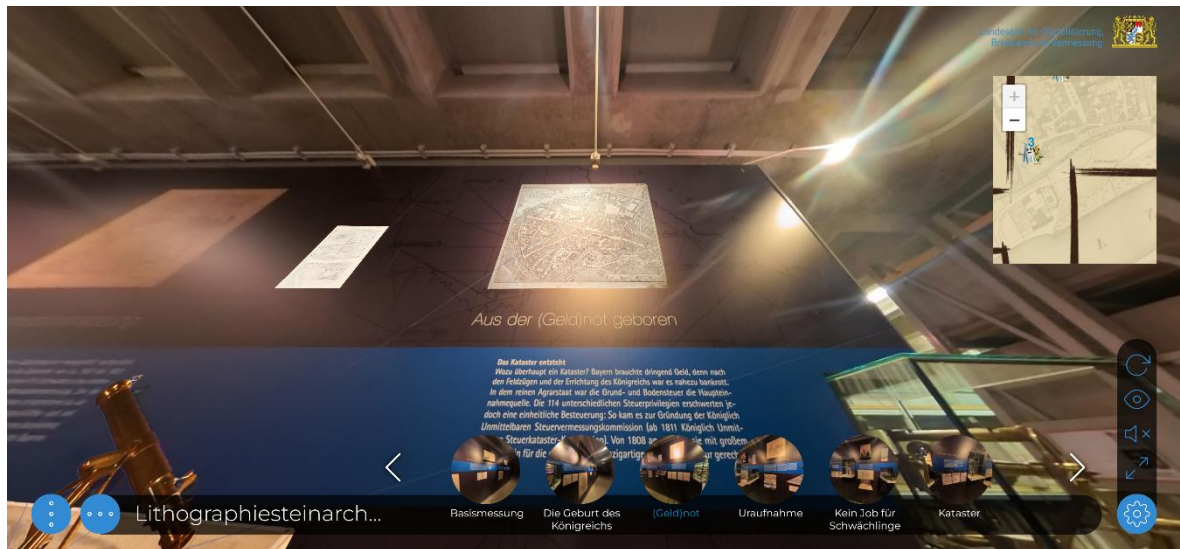
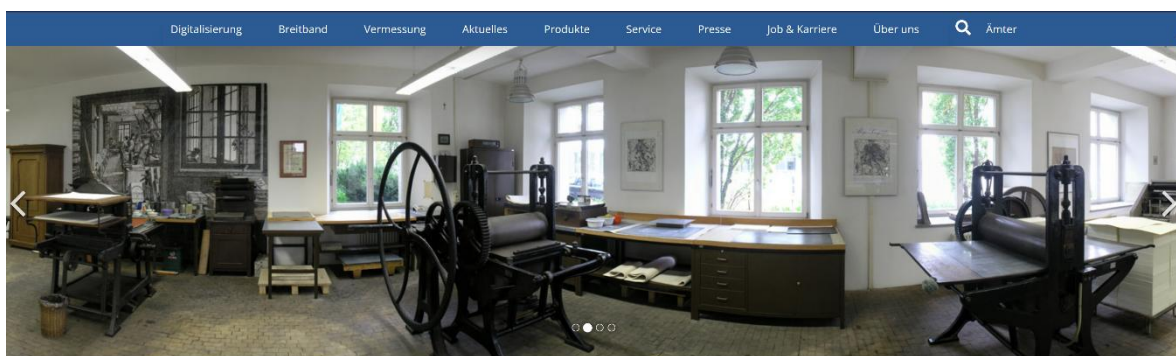


Abbildung 70: Anpassung der Raumansicht ohne sichtbare Buttons in der Tour; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Beim Öffnen eines Links innerhalb der Tour wird auf eine externe Seite verwiesen. Im Beispiel führt das Anklicken des LDBV-Logos direkt zur Website des Landesamtes für Digitalisierung, Breitband und Vermessung mit zusätzlichen Informationen zu Ausstellungen. Verknüpfte Elemente werden sichtbar, wenn der Mauszeiger darüber bewegt wird und sich seine Form verändert (vgl. Abb. 71).



## Ausstellungen

des Landesamtes für Digitalisierung, Breitband und Vermessung

Abbildung 71: Verlinkungen; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

## 4.2 VR-Museumstour

In der geöffneten Leiste des Buttons Ansichtseinstellungen erscheint der VR-Button in Form einer VR-Brille, sobald ein VR-Element mit der Tour verknüpft ist und diese auch mit einer VR-Brille erlebt werden kann (vgl. Abb. 72).

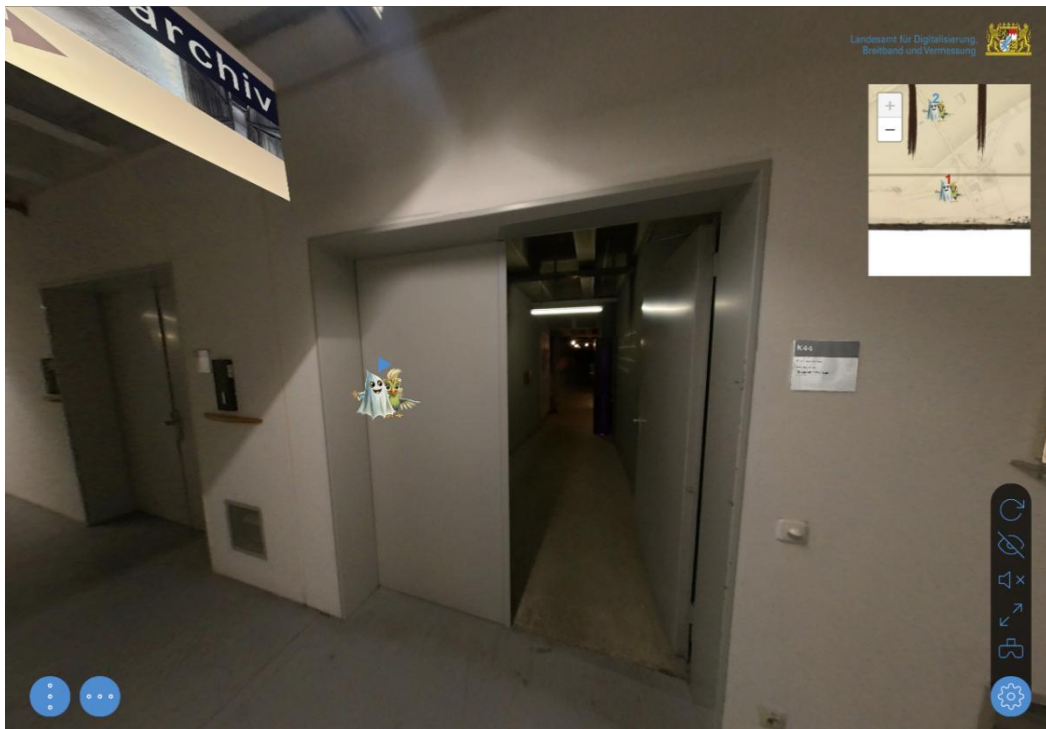


Abbildung 72: Ansichtseinstellungsleiste mit verknüpftem VR-Gerät; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024



Nach Betätigung des VR-Buttons verändert sich die gesamte Benutzeroberfläche (User Interface). Unterhalb des Kinder-Buttons wird bei Interaktion mit einem VR-Controller der Titel des dazugehörigen Videos angezeigt (vgl. Abb. 73).

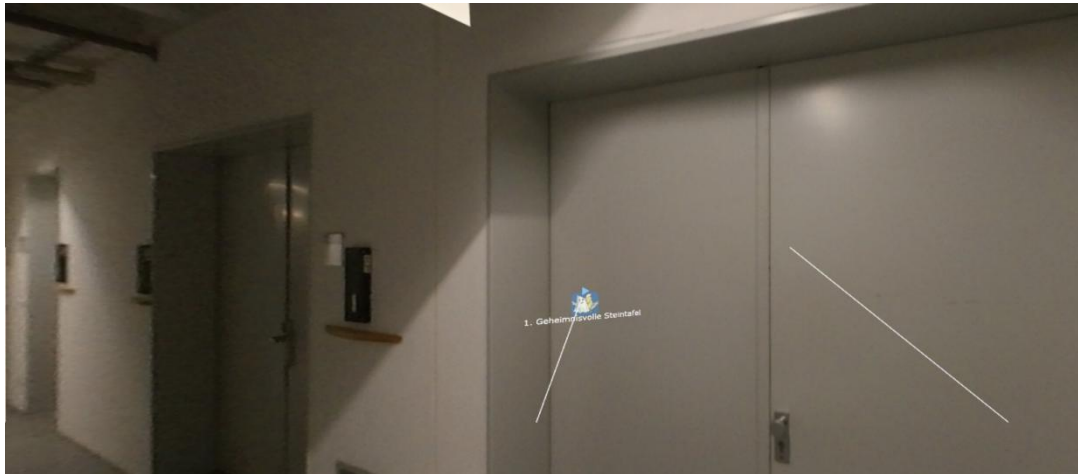


Abbildung 73: VR-Kinder-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Beim Anklicken des Kinder-Buttons erscheint ein Video, das abgespielt wird und sich der Ansicht des Betrachters anpasst, wodurch sich auch die Fenstergröße verändert. Das Schließen erfolgt durch Klicken auf das X. Zudem wird der Standort-Button für VR-Benutzer in der Tour am Fußboden angezeigt (vgl. Abb. 74).

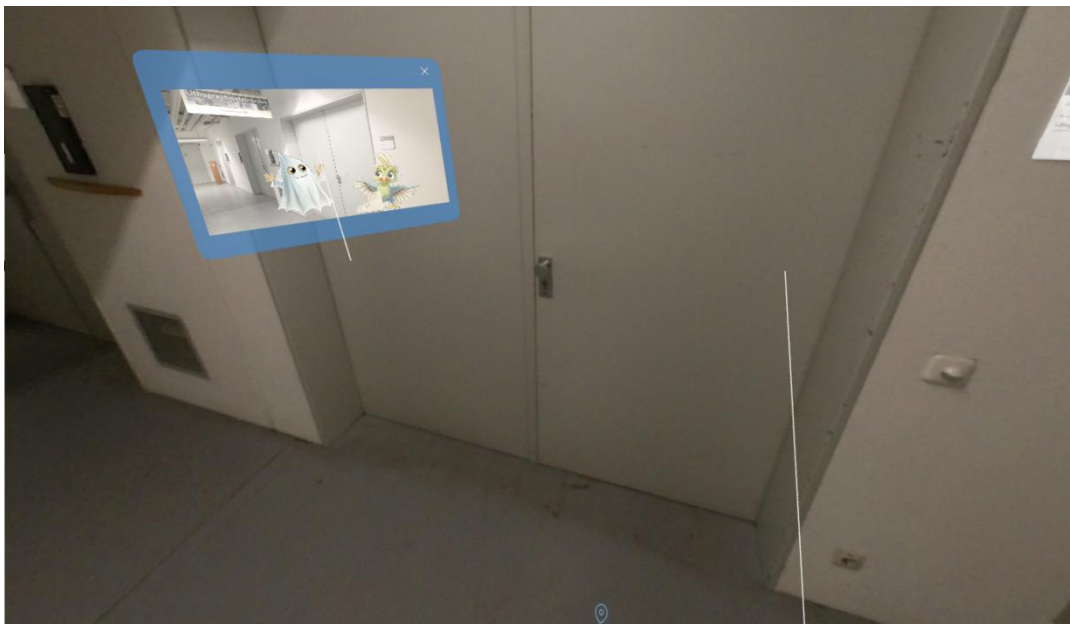


Abbildung 74: VR-Kinder-Tour mit Standort-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Wenn der Controller über den Standort-Button bewegt wird, verändert sich die Ansicht. Dabei erscheint ein Foto, das den nächsten Zielort kennzeichnet, während ein Bild am Boden den Standortwechsel markiert (vgl. Abb. 75).

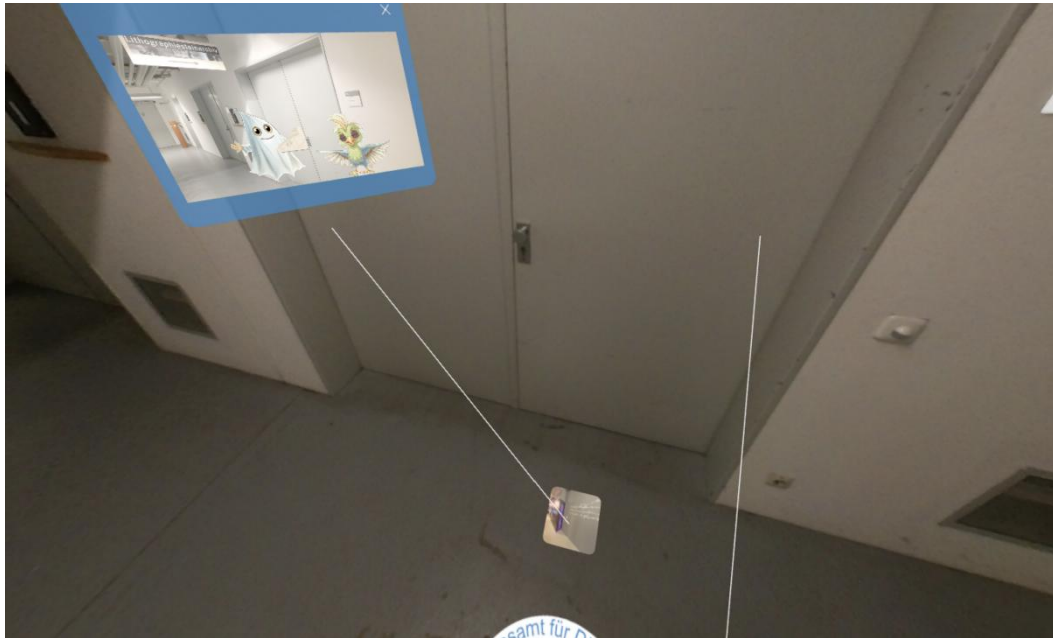


Abbildung 75: VR-Standort-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Wenn der Blick mit der VR-Brille nach oben gerichtet wird, erscheint das VR-Hauptmenü in Form eines Hamburger-Buttons (vgl. Abb. 76).

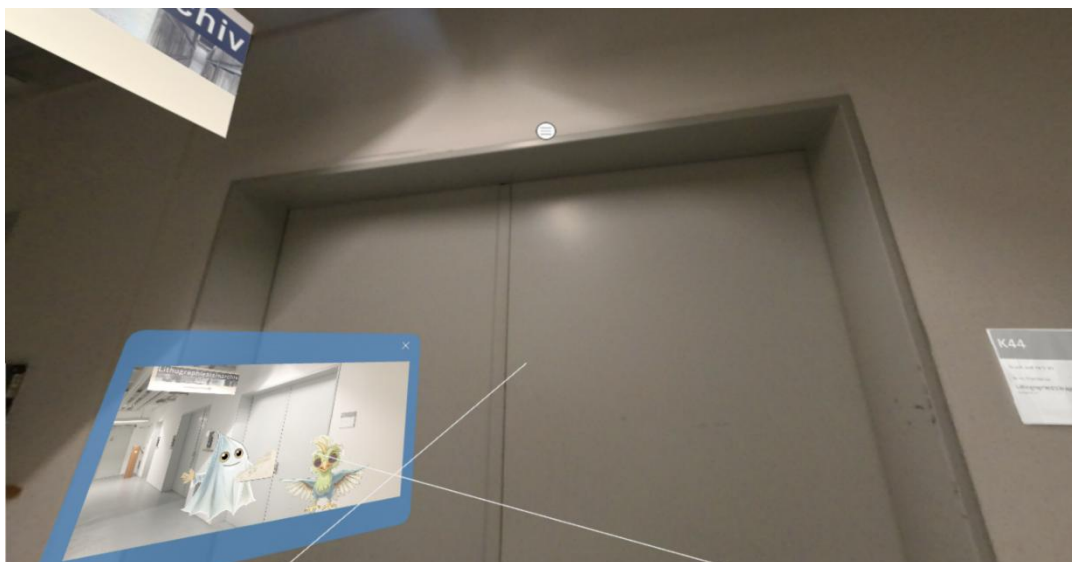


Abbildung 76: VR-Hauptmenüs in Form eines Hamburger-Buttons; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Beim Anklicken des VR-Hamburger-Buttons (drei Querstriche) öffnet sich das Hauptmenü der VR-Tour. Dadurch werden alle Stationen der Tour auf der VR-Hauptmenüleiste sichtbar, und der Standort kann gewechselt werden. Alternativ kann das Hauptmenü auch über den Grip-Button am VR-Controller aufgerufen werden (vgl. Abb. 77).

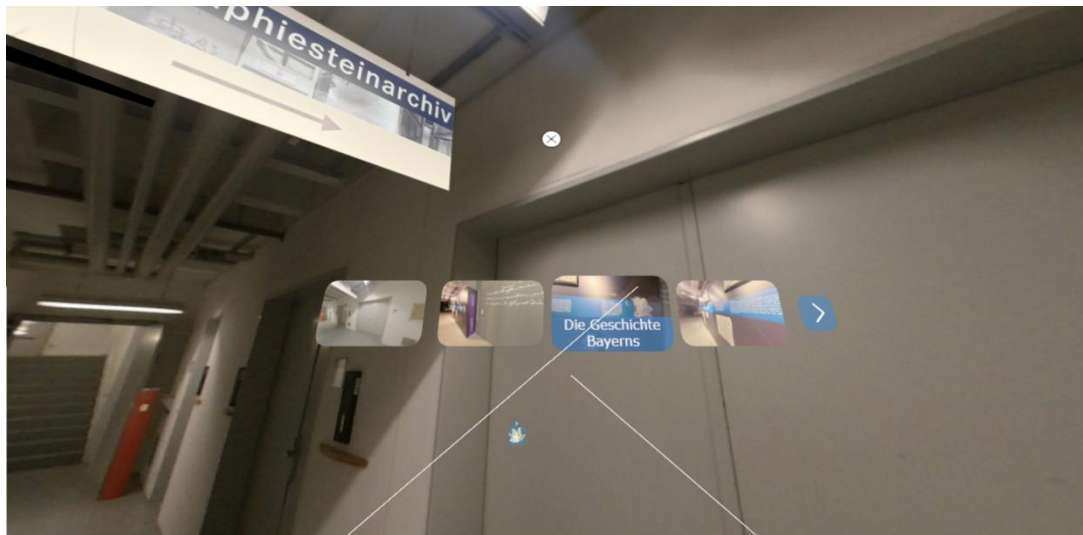


Abbildung 77: VR-Hamburger-Button; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Der VR-Button Information zeigt bei Berührung mit dem VR-Controller die Titelbeschreibung des Informationstextes an (vgl. Abb. 78).



Abbildung 78: VR-Button Information mit Titelbeschreibung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Durch Anklicken des VR-Buttons Information öffnet sich der VR-Informationstext (vgl. Abb. 79).



Abbildung 79: VR-Informationstext; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

An diesem Standort im Museum wird ein eingebettetes Video in Dauerschleife abgespielt, das auch in der VR-Tour sichtbar ist (vgl. Abb. 80).



Abbildung 80: VR-Video Datei; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

## 5. Diskussion und Ausblick

Zur Beantwortung der Forschungsfrage: **Wie können Museen digitale Technologien nutzen, um die Motivation und das Interesse junger Besucher:innen zu fördern und langfristig zu erhalten?**

Die speziell für das Steinarchivmuseum entwickelte 360°-Museumstour mit VR-Nutzung zeigt, dass digitale Technologien ein enormes Potenzial besitzen, historische Inhalte kindgerecht und spannend zu vermitteln. Ein entscheidender Faktor ist der Einsatz animierter Charaktere, die durch visuelle Darstellungen und interaktive Geschichten ein tieferes Eintauchen in die Inhalte ermöglichen. Während klassisches Storytelling hauptsächlich auf das Erzählen einer Geschichte setzt, verstärken bewegte Erzählstrukturen das visuelle und interaktive Erleben. Charaktere wie Archy und der Geist übernehmen dabei eine zentrale Rolle: Sie begleiten die Kinder, bieten Orientierung und vermitteln Wissen auf spielerische Weise. Ergänzend tragen Hotspots und digitale Funktionen dazu bei, dass junge Besucher:innen nicht nur passiv konsumieren, sondern aktiv auf Entdeckungstour gehen.

Neben der erzählerischen Komponente trägt auch die interaktive Gestaltung wesentlich zur Motivation und dem langfristigen Interesse der Kinder bei. Wissenschaftliche Studien zur Effektivität digitaler und visueller Lernmethoden bestätigen, dass multisensorische Inhalte die kognitive Verarbeitung fördern und das Erinnern von Informationen erleichtern. Insbesondere durch die Kombination aus visuellen, auditiven und interaktiven Elementen wird ein lebendiges Lernerlebnis geschaffen, das sowohl das Verständnis als auch die Merkfähigkeit steigert.

Ein weiterer bedeutender Aspekt ist die emotionale Bindung, die durch die Gestaltung der Tour entsteht. Wenn Kinder in eine Geschichte eintauchen und eine Verbindung zu den Charakteren aufbauen, steigert dies nicht nur ihre Aufmerksamkeit, sondern intensiviert auch die Lernmotivation. Der Einsatz von spielerischen Steuerungselementen und interaktiven Erzählformaten ermöglicht es Museen, ein nachhaltiges Interesse an den vermittelten Inhalten zu wecken.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse aus der Entwicklung der virtuellen 360°-Museumstour zeigen das Potenzial computergestützter Anwendungen für ein

individuelles und nachhaltiges Lernerlebnis im musealen Kontext. Gleichzeitig verdeutlichen sie sowohl die Chancen als auch die Herausforderungen, die bei der Fortentwicklung solcher Formate entstehen.



Abbildung 81: Fehlerhafte Animation; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Während der Entwicklung der virtuellen Museumstour traten einige technische Herausforderungen auf. Verzögerte Ladezeiten beim Öffnen der Tour (ca. 10 Sekunden) sowie gelegentlich auftretende fehlerhafte Animationen (vgl. Abb. 81) beeinträchtigten die Benutzerfreundlichkeit. Ein Beispiel hierfür ist die ungenaue Erfassung der Blickrichtung in Adobe Character Animator (vgl. Abb. 82), die die Aufnahme von Kopfbewegungen erschwerte.



Abbildung 82: Fehlerhafte Erkennung der Blickrichtung; Quelle: Eigene Aufnahme, 2024

Auch die Barrierefreiheit könnte weiter verbessert werden. Die derzeit eher monotone Vorlesefunktion ließe sich durch den Einsatz moderner Text-to-Speech-Technologien oder professioneller Sprecher optimieren, um das Nutzererlebnis angenehmer zu gestalten und eine breitere Zielgruppe anzusprechen.

Ein weiteres Optimierungspotenzial liegt in der Evaluation durch die tatsächliche Zielgruppe, die bisher nur in Form von hypothetischen Annahmen und informellem Feedback erfolgte. Eine gezielte Nutzerstudie für das LDBV könnte wertvolle Erkenntnisse liefern. Dafür wäre eine kurze Online-Umfrage am Ende der Tour denkbar, in der Fragen wie „Was hat dir besonders gefallen?“ oder „Welche Funktionen fandest du hilfreich?“ gestellt werden. Ergänzend könnten technische Analysetools genutzt werden, um zu untersuchen, welche Stationen besonders lange besucht wurden und welche Interaktionsmöglichkeiten am meisten genutzt wurden.

Über die Nutzung als reine virtuelle Museumstour hinaus bietet sich für das LDBV die Möglichkeit, das entwickelte Konzept verstärkt in Präsentationen, Schulveranstaltungen oder öffentliche Vorträge zu integrieren. Darüber hinaus könnte die Tour im Bereich des Merchandising weiterentwickelt werden – beispielsweise durch Stickersets, Stoff- oder Plüschtiere als Maskottchen sowie weitere Produkte mit den Charakteren Archy und dem Geist. Eine solche Erweiterung würde nicht nur die Bekanntheit der Tour und des Steinarchivmuseums steigern, sondern auch die Attraktivität für junge Besucher:innen weiter erhöhen.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Acton, T., Barry, C., Tiernan, D. and Hogan, M. (2003). Websites for Irish children: implications for design, ResearchGate, S.1-12 Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/271642965\\_Websites\\_For\\_Irish\\_Children\\_Implications\\_For\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/271642965_Websites_For_Irish_Children_Implications_For_Design) [Zugriff am 17. August 2024]
2. Alderson-Day, B., Bernini, M., & Fernyhough, C. (2017). Uncharted features and dynamics of reading: Voices, characters, and crossing of experiences. *Consciousness And Cognition* 49, S.98-109. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.concog.2017.01.003 [Zugriff am 17. August 2024]
3. Bredenfeld, T. (2012) Digitale Fotopraxis - Panoramafotografie. 2nd edn. Bonn: Galileo Press (Galileo Design) [Zugriff am 17 Juli 2024].
4. Bloom, B.S., Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. & Krathwohl, D.R. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain. Longmans, Green. Verfügbar unter: [https://web.archive.org/web/20201212072520id\\_/https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Bloom%20et%20al%20-Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives.pdf](https://web.archive.org/web/20201212072520id_/https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Bloom%20et%20al%20-Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives.pdf) [Zugriff am 9. Oktober 2024].
5. Bruckman, A.S., Resnick, M., Benton, S.A., Curtis, P. and Jenkins, H. et al. (1997). MOOSE Crossing: Construction, Community, and Learning in a Networked Virtual World for Kids. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/33821?show=full> [Zugriff am 17. August 2024].
6. Cabral, J.P., Cowan, B.R., Zibrek, K., & McDonnell, R. (2017). The Influence of Synthetic Voice on the Evaluation of a Virtual Character. In: INTERSPEECH. Verfügbar unter: <https://www.tara.tcd.ie/bitstream/handle/2262/81956/0325.PDF?sequence=1> [Zugriff am 21. September 2024]
7. Campbell, T.A. (2012). Digital storytelling in an elementary classroom: Going beyond entertainment, ScienceDirect. Verfügbar unter: [https://scholar.google.de/scholar?hl=de&as\\_sdt=0%2C5&q=Digital+storytelling+in+an+elementary+classroom%3A+Going+beyond+entertainment&btnG=](https://scholar.google.de/scholar?hl=de&as_sdt=0%2C5&q=Digital+storytelling+in+an+elementary+classroom%3A+Going+beyond+entertainment&btnG=) [Zugriff am 17 Juli 2024].



8. Chatman, S. (1978). *Story and Discourse: Narrative Structure in Fiction and Film*. Ithaca, Cornell University Press. Verfügbar unter: <https://archive.org/details/Story-AndDiscourseNarrativeStructureInFictionAndFilm/page/n7/mode/2up> [Zugriff am 17 Juli 2024].
9. Merchant, Z., Goetz, E.T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W. & Davis, T.J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.compedu.2013.07.033. [Zugriff am 16. November 2024].
10. Çıldır, Z. & Karadeniz, C., 2014. Museum Education and Visual Culture Practices: Museums in Turkey. *American Journal of Educational Research*, 2(7), pp.543-551. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/270953667\\_Museum\\_Education\\_and\\_Visual\\_Culture\\_Practices\\_Museums\\_in\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/270953667_Museum_Education_and_Visual_Culture_Practices_Museums_in_Turkey) [Zugriff am 21. September 2024]
11. Churches, A. (2008). Bloom's Digital Taxonomy. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/228381038\\_Bloom's\\_Digital\\_Taxonomy](https://www.researchgate.net/publication/228381038_Bloom's_Digital_Taxonomy) [Zugriff am 16. November 2024]
12. Chauhan, D. (2023) 'Bloom's Taxonomy in Digital: A Comparative Analysis'. LinkedIn. Verfügbar unter: <https://www.linkedin.com/pulse/blooms-taxonomy-digital-comparative-analysis-dr-dinesh-chauhan> [Zugriff am 19. November 2024].
13. Duncum, P. (2003). Visual Culture Art Education: Why, What and How?, *International Journal of Art & Design Education*, 21(1). Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1111/1468-5949.00292> [Zugriff am 11. Oktober 2024].
14. Figueiras, A. (2014). How to Tell Stories Using Visualization. In: 2014 18th International Conference on Information Visualisation. IEEE. Verfügbar unter: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6902874> [Zugriff am 11. Oktober 2024].
15. Foxwell, J., Alderson-Day, J., Fernyhough, C. and Woods, A. (2020). I've learned I need to treat my characters like people: Varieties of agency and interaction in writers experiences of their characters voices, *Consciousness and Cognition*, 79, 102901. Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053810019304155> [Zugriff am 11. Oktober 2024].

16. Gershon, N. and Page, W. (2001). What storytelling can do for information visualization, *Communications of the ACM*, 44(8). Verfügbar unter: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/381641.381653#:~:text=Storytelling%20allows%20visualization%20to%20reveal,viewer%20were%20watching%20a%20movie> [Zugriff am 17 Juli 2024].
17. Gong, L. & Nass, C. (2007) When a Talking-Face Computer Agent is Half-Human and Half-Humanoid: Human Identity and Consistency Preference. *Human Communication Research*, 33(2). Verfügbar unter: <https://academic.oup.com/hcr/article-abstract/33/2/163/4210759> [Zugriff am 11. Oktober 2024].
18. Junge, T. and Niesyto, H. (2019). Digitale Medien in der Grundschullehrerbildung, in: *MEDIENPÄDAGOGIK INTERDISZIPLINÄR*. Munich: kopaed. Verfügbar unter: [https://horst-niesyto.de/wp-content/uploads/2020/04/2019\\_Junge\\_Niesyto\\_Digitale-Medien-Grundschullehrerbildung\\_kopaed.pdf](https://horst-niesyto.de/wp-content/uploads/2020/04/2019_Junge_Niesyto_Digitale-Medien-Grundschullehrerbildung_kopaed.pdf) [Zugriff am 17 Juli 2024].
19. Kim, N. W., Bach, B., Im, H., Schriber, S., Gross, M., & Pfister, H. (2018). Visualizing Nonlinear Narratives with Story Curves. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, PP(99):1-1. Verfügbar unter: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8017584> [Zugriff am 11. Oktober 2024].
20. Kluge, A. & Hasle, M., (2023). Augmented Reality in Education: Integrating Knowledge. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, N.58, pp. 90-109. Verfügbar unter: [https://ixdea.org/wp-content/uploads/IxDEA\\_art/58/58\\_4.pdf](https://ixdea.org/wp-content/uploads/IxDEA_art/58/58_4.pdf) [Zugriff am 16. November 2024].
21. Knaflic, C.N. (2020). The structure(s) of story — storytelling with data, *Storytelling with Data*. Verfügbar unter: <https://www.storytellingwithdata.com/blog/2020/5/21/the-structures-of-story> [Zugriff am 17 Juli 2024].
22. Lester, J.C., Converse, S.A., Kahler, S.E., Barlow, S.T., Stone, B.A. & Bhogal, R.S. (1997). The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents, Department of Computer Science, London Institute, Verfügbar unter: <https://intellimedia.ncsu.edu/wp-content/uploads/sites/42/dap-chi-97.pdf> [Zugriff am 16. November 2024].

23. Leon, M. & Fisher, M. (2006). Abraham Lincoln Interactive: How digital storytelling transforms historical understanding. Verfügbar unter: <https://www.archimuse.com/mw2006/papers/leon/leon.html> [Zugriff am 22 September 2024].
24. Li, X., Wu, Z., Meng, H., Jia, J., Lou, X. & Cai, L. (2016). Expressive Speech Driven Talking Avatar Synthesis with DBLSTM Using Limited Amount of Emotional Bimodal Data. In 17th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH), San Francisco, USA Verfügbar unter: [https://www.isca-archive.org/interspeech\\_2016/li16e\\_interspeech.pdf](https://www.isca-archive.org/interspeech_2016/li16e_interspeech.pdf) [Zugriff am 11. Oktober 2024].
25. Museums + Heritage (2024). The future of museums: Immersive technologies in action. Museums + Heritage Advisor. Verfügbar unter: <https://museumsandheritage.com/advisor/posts/digital-museum-guides-audio-apps-augmented-reality/> [Zugriff am 16. November 2024].
26. New York Times. (2011). How many households are like yours? [Online] Verfügbar unter: <https://www.nytimes.com/interactive/2011/06/19/nyregion/how-many-households-are-like-yours.html> [Zugriff am 17. Juli 2024].
27. Nielsen, J. (1995). Guidelines for multimedia on the web, Nielsen Norman Group. Verfügbar unter: <https://www.nngroup.com/articles/guidelines-for-multimedia-on-the-web/> [Zugriff am 17. August 2024]
28. Nielsen, J. (2002). Kids Corner: Webseiten-Usability für Kinder, usability.ch the Swiss Usability Center. Verfügbar unter: <https://www.usability.ch/news/kids-corner-webseiten-usability-fuer-kinder/> [Zugriff am 17. August 2024].
29. Nielsen, J. (2010). Children's Websites: Usability Issues. Nielsen Norman Group. Verfügbar unter: <https://www.nngroup.com/articles/childrens-websites-usability-issues/> [Zugriff am 09. Oktober. 2024].
30. Sandell, R. & Dodd, J. (2001). The rural context, in Dodd, J. and Sandell, R. (eds.) Including Museums. Leicester: Research Centre for Museums and Galleries, Department of Museum Studies, University of Leicester. [Zugriff am 17. August 2024]
31. Thielsch, M. T. (2017). Ästhetik von Websites. Pabst science Publishers. Verfügbar unter: [https://www.ciando.com/img/books/extract/3958533655\\_lp.pdf](https://www.ciando.com/img/books/extract/3958533655_lp.pdf) [Zugriff am 11. Oktober 2024].

32. Tong, C., Roberts, R., Borgo, R., Walton, S., Laramée, R., Wegba, K., Lu, A., Wang, Y., Qu, H. & Luo, Q., Ma, X. (2018). Storytelling and Visualization: An Extended Survey, *Information*, 9(3), 65, S.2-42. Verfügbar unter: <https://www.mdpi.com/2078-2489/9/3/65> [Zugriff am 1. August 2024].
33. Türk, O. & Schröder, M., 2010. Evaluation of expressive speech synthesis with voice conversion and copy resynthesis techniques. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 18(5). Verfügbar unter: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5444914> [Zugriff am 11. Oktober 2024].
34. Webb, M. (2024). Virtual Tour, Techopedia. Verfügbar unter: <https://www.techopedia.com/definition/4920/virtual-tour> [Zugriff am 22 September 2024].

## 7. Anhänge

### Anhang 1: Anleitung zum Öffnen des Dokumentes

#### 1. Herunterladen des Garden Gnome Package Viewers

Besuchen Sie die offizielle Website von Garden Gnome unter: <https://ggnome.com/ggpkgviewer/>. Laden Sie den Garden Gnome Package Viewer herunter, der für Ihr Betriebssystem geeignet ist (Windows oder MacOS).

#### 2. Installation des Programms

Führen Sie die heruntergeladene Installationsdatei aus und folgen Sie den Anweisungen, um den Viewer auf Ihrem Computer zu installieren.

#### 3. Öffnen der Datei

- Option 1: Ziehen Sie die index-Datei mit der Maus in die geöffnete Desktop-Anwendung des Viewers.
- Option 2: Klicken Sie mit der Maus doppelt auf die Datei, um sie direkt im Garden Gnome Package Viewer zu öffnen.
- Warten Sie einen Moment, bis die Anwendung die Datei geladen hat.

#### 4. Anzeigen der Inhalte

Nach dem Laden können Sie die Inhalte der Datei direkt im Viewer erkunden.

## **Anhang 2: Skript/ Dialog der Charaktere**

### **Szene 1: Die geheimnisvolle Steintafel**

Archy: Haaloo, ist hier jemand?

Geist: Jaaaa, ich bin hier der Geist des Steinarchivmuseums. Und wer bist du?

Archy: Ich bin Archy, der Archaeopteryx und ich habe in meinem Nest eine merkwürdige Steintafel mit Kritzeleien und Schriftzeichen darauf gefunden.

Geist: Eine Steintafel, sagst du? Oh. Lass mich mal sehen. Ah, schau mal her! Das ist nicht nur eine Steintafel, das sieht aus wie eine alte Steinkarte! Da bist du bei mir genau richtig. Hier im Steinarchivmuseum gibt es viele davon.

Archy: Wirklich? Eine Karte auf einem Stein? Ich wusste ja, dass das Museum viele alte Steine hat, aber dass es hier sowas gibt, hätte ich nicht gedacht.

Geist: Oh ja, Archy! Jeder Stein hier hat eine eigene Geschichte. Lass uns gemeinsam herausfinden, was deine Steintafel uns erzählen kann!

### **Szene 2: Die Geschichte Bayerns**

Geist: Weißt du Archy, um das Jahr 1800 gab es in Bayern viele wichtige und spannende Ereignisse. Eine davon war die Schlacht von Hohenlinden während der Napoleonischen Kriege. Diese fand hier in Oberbayern statt.

Archy: Schlacht von Hohenlinden? Napoleons Kriege? Aber was hat das mit meiner Steintafel zu tun? Warum würde jemand eine Karte auf einen Stein zeichnen? Der ist doch so schwer und unpraktisch!

Geist: Um das zu verstehen, müssen wir wissen, wie Bayern sich nach den Kriegen neu organisieren musste. Napoleon Bonaparte, der spätere Kaiser von Frankreich gewann die Schlacht von Hohenlinden gegen die österreichischen und bayerischen Truppen. Nach der Niederlage schlugen sich die Bayern auf die Seite von Napoleon und gewannen dadurch große Gebiete. Das war zwar gut, aber es brachte auch Probleme, weil das Land schwer zu regieren war.

Archy: Ahhh.

Geist: Deshalb musste das Land vermessen und auf bayerischen Katasterkarten genau aufgezeichnet werden.

Archy: Katasterkarten? Und was hat das alles mit meiner Steintafel zu tun?

Geist: Das werden wir noch herausfinden. Komm mit, dann wirst du alles verstehen.

### **Szene 3: Die Geburt des Königreichs Bayern**

Geist: Weißt du, Archy, als Bayern 1806 zum Königreich wurde, arbeiteten Kurfürst Joseph IV. und Graf Montgelas daran, das Land neu zu organisieren. Sie mussten viele Hindernisse überwinden und gegen den Widerstand des Adels ankämpfen, um die nötigen Reformen durchzusetzen, damit Bayern besser regiert werden konnte.

Archy: Genau, weg mit den Reichen!

Geist: Ja, so kann man das sagen, aber es war eine große Aufgabe. Bayern war nach den Kriegen und der Gründung des Königreichs fast bankrott. Die Grundsteuer war wichtig für die Finanzierung, aber es gab 114 verschiedene Steuerregeln! Deshalb gründete man eine Kommission, um ein gerechtes Kataster zu erstellen, das genau erfasst, wer wie viel Land besitzt und wie viel Grundsteuer zu zahlen ist.

Archy: Ach so, dann ist ein Kataster also eine Sammlung von Katasterkarten? Damit der König dann wusste, wer wie viele Grundstücke besitzt und wie viel Grundsteuer zu zahlen hat?

Geist: Ganz genau! Für die Vermessung und Kartenerstellung nutzten die Geometer den Messtisch. Ein Gerät, das ihnen half, exakte Aufnahmen des Geländes zu erstellen. Die Vermesser arbeiteten oft bis zu 16 Stunden am Tag und mussten die Karten später bei Kerzenlicht nachzeichnen.

Archy: 16 Stunden Arbeit? Also das wäre ja nichts für mich.

Geist: Das dachte ich mir. Diese ersten Landkarten Bayerns, die zwischen 1808 und 1864 gezeichnet wurden, nennt man heute die Uraufnahmeblätter. Damals wurde eine neue Technik namens Lithographie verwendet, um diese Karten genau und günstig zu vervielfältigen.

Archy: Lithographie? Was ist das denn jetzt schon wieder?

#### **Szene 4: Die Geschichte der Vermessung**

Geist: Die Lithographie ist der Steindruck. Dazu erzähle ich dir aber später mehr. Ab dem Jahr 1874 änderte sich die Vermessungstechnik. Es gab neue Methoden, wie die Zahlenmethode, sodass man nicht mehr direkt im Feld die Karten erstellen musste.

Archy: Ach so ist das.

Geist: Mit neuen Techniken haben die Menschen die Grundstücke gezählt und ihnen Nummern gegeben. Diese Informationen wurden in speziellen Büchern, den Katasterbüchern, gesammelt. Zusammen mit Landkarten und anderen Messungen werden diese Daten im Kataster gespeichert und vom Katasteramt aktuell gehalten.

Archy: Aha, stimmt, das war doch wichtig, damit der König die Grundsteuer verlangen konnte, oder?

Geist: Ja! Im Jahr 1868 war ganz Bayern in einem Grundsteuerkataster erfasst. Spätere Änderungen wurden als Roteinträge in die Katasterkarten eingetragen und dann auf Lithographiesteine übertragen. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die Daten unverändert ins Grundbuch übernommen. Bis heute verwendet die Bayerische Vermessungsverwaltung die Flurstücksnummern der Uraufnahme.

Archy: Dann arbeiten Kataster und Grundbuch zusammen?

Geist: Genau, das Grundbuch und das Kataster helfen dabei, Ordnung über das Land zu halten. Das Amtsgericht kümmert sich um das Grundbuch. Dort steht, wem das Land gehört und welche Rechte darauf gelten, zum Beispiel, wer darauf bauen darf. Die Vermessungsverwaltung kümmert sich um das Kataster. Dort steht, wie das Land aufgeteilt ist, wie groß die Flächen sind und wofür sie genutzt werden.

Archy: Wer hätte gedacht, dass so viel Wissen nötig ist, um hinter die Geschichte meiner Steintafel zu kommen?

Geist: Ja das ist wirklich interessant. Komm dann erzähle ich dir noch mehr.

Archy: Okay!



## **Szene 5: Die Reise der Lithographiesteine**

Geist: Archy, du hattest mich doch gefragt, was Lithographie ist. Das ist der Stein-  
druck. Es gibt auch Lithographiesteine. Früher wurden diese Steine verwendet, um  
Drucke herzustellen. Die Kalksteinplatten stammen aus einem Steinbruch in Solnh-  
ofen, der vor 150 Millionen Jahren im Oberjura entstanden ist. Diese Steine beste-  
hen hauptsächlich aus Kalziumkarbonat und sind sehr hart.

Archy: Dann könnte mein Stein auch von dort kommen?

Geist: Ja, das könnte gut sein. Zuerst wurden die Kalksteinplatten vorsichtig mit  
Hebeleisen voneinander getrennt und dann auf ein Format von etwa 60 x 60 cm  
angepasst. Es war wichtig, dass die Steine absolut eben geschliffen wurden, da sie  
für die Lithographie besonders glatt sein mussten.

Archy: Aber wie wurden sie transportiert? Es gab damals ja noch keine Autos.

Geist: Die Steine wurden auf Ochsenfuhrwerke geladen, auf Flößen flussabwärts  
verschifft und anschließend mühsam mit Pferden nach München transportiert.  
Diese Reise betrug mehr als 500 Kilometer! Erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts  
konnten die Lithographiesteine mit der Eisenbahn nach München transportiert wer-  
den, was den Weg erheblich verkürzte und erleichterte.

Archy: Das ist ja spannend! Könnte dann meine Steintafel ein Teil eines Lithogra-  
phiesteines sein?

Geist: Ja, das könnte gut sein.

Archy: Und was bedeuten die Zeichnungen auf dem Stein?

Geist: Das ist das nächste Geheimnis, das wir gemeinsam entdecken werden.

## **Szene 6: Die verborgenen Zeichnungen**

Geist: Kommen wir zu den Zeichnungen auf deinem Stein. Die Details des Mess-  
tischblatts wurden spiegelverkehrt mithilfe einer speziellen Technik auf den Litho-  
graphiestein übertragen. Dafür nutzten sie eine Kopiermaschine, die von Reichen-  
bach entwickelt wurde, um das Messtischblatt exakt auf den Stein zu übertragen.  
Um sicherzustellen, dass alle Karten gleich und leicht verständlich waren, erstellte

Ulrich Schiegg 1808 eine neue Zeichenvorschrift. Diese legte genaue Standards fest, die alle Graveure und Drucker einhalten mussten.

Archy: Das klingt nach einem aufwendigen Prozess, um die Karten herzustellen. Warum war die Zeichenvorschrift von Ulrich Schiegg so wichtig?

Geist: Die Zeichenvorschrift war entscheidend, damit alle Karten einheitlich aussahen und einfach zu lesen waren. So konnten Menschen die Karten besser verstehen und verwenden.

Archy: Ahh

### **Szene 7: Die Kunst des Gravierens**

Geist: Das Übertragen der Zeichnung auf den Stein war der einfache Teil, aber das Gravieren war viel anspruchsvoller. Der Lithograph übertrug die Zeichnung auf den Stein und nutzte Lupe, Pinsel und Nadel, um die Linien exakt in den Stein zu ritzen. Dabei musste er vorsichtig eine dünne Schicht abtragen, sodass die wichtigen Stellen unversehrt blieben.

Archy: Das klingt nach einer mühsamen und präzisen Arbeit. Warum war es so wichtig, dass die unversehrten Stellen erhalten bleiben?

Geist: Die unversehrten Stellen waren entscheidend für den Druck. Jede Beschädigung hätte das Bild unscharf oder fehlerhaft gemacht.

Archy: Und wer konnte solche Arbeiten machen?

Geist: Nur die besten Graveure durften wichtige Details wie Grenzen und Gebäude gravieren. Weniger erfahrene kümmerten sich um einfachere Aufgaben wie Muster.

Archy: Und was ist passiert, wenn der Stein beschädigt wurde? War das schlimm?

Geist: Ja, das war es, die Strafe lag oft zwischen 5 und 10 Gulden eine damalige Geld Währung. Als Schramms Druckstein der Münchner Altstadt brach, gravierte Alois Senefelder ihn neu.

Archy: Wer ist denn Alois Senefelder?

Geist: Er war der Erfinder des Steindrucks, auch Lithograph genannt. Komm mit, ich zeige dir mehr über seine Erfindung.

### **Szene 8: Die Geheimnisse des Steindrucks und seiner Technik**

Geist: Kommen wir zum Steindruck. Dieses Verfahren wurde von Alois Senefelder im Jahr 1798 entwickelt. Es war eine bahnbrechende Erfindung im Druckwesen, da es ermöglichte, detaillierte Zeichnungen auf Papier zu drucken.

Archy: Wie genau hat das Verfahren funktioniert?

Geist: Zuerst wird der Lithographiestein für den Druck gründlich vorbereitet. Der Stein wird mit einem Schwamm angefeuchtet und dann mit Gummiarabikum, einer Art Harz, behandelt. Anschließend wird er mit verdünnter Salpetersäure behandelt, damit die unbemalten Stellen wasseranziehend werden. Danach wird der Stein befeuchtet und mit einer fetthaltigen Druckfarbe eingefärbt, die nur auf den gezeichneten Bereichen haftet, während die anderen Stellen wasserabweisend bleiben. Anschließend wird er mit einem Fächer getrocknet. Im nächsten Schritt wird ein leicht feuchtes Papier auf den Stein gelegt und dann unter einer speziellen Presse mit starkem Druck gepresst, damit sich die Farbe auf das Papier überträgt. Dieser Druckvorgang erfordert viel Kraft und da die Steine mit hohem Druck bearbeitet werden, bestand immer das Risiko, dass der Stein brechen könnte. So entsteht ein präziser Abdruck der Zeichnung auf dem Papier.

Archy: Gab es eine Methode, um das Risiko zu reduzieren?

Geist: Ja, man reduzierte den Anpressdruck des Papiers auf dem Stein mit Hilfe von Zurichtbögen. Diese Bögen halfen, den Druck gleichmäßig zu verteilen und das Risiko des Brechens zu verringern. Aber es gibt noch etwas, das du wissen solltest, komm!

### **Szene 9: Bayerns Beitrag zur Lithographie**

Geist: Alois Senefelder war wirklich ein Pionier im Drucken. Seine Erfindung der Lithographie revolutionierte die Reproduktion von Bildern und Texten. Die Einrichtung der Lithographischen Anstalt in Bayern im Jahr 1808 war ein großer Schritt, um die Kartenerstellung zu verbessern. Senefelder wurde sogar zum Königlichen Inspektor ernannt, um sicherzustellen, dass alles reibungslos lief.

Archy: Also spielte Bayern eine wichtige Rolle bei der Entwicklung dieses Druckverfahrens. Und wie wurden all diese Lithographiesteine gelagert und organisiert?

Geist: Das Lager für die Lithographiesteine war sehr wichtig für die Produktion von Karten und anderen Druckerzeugnissen. Es wurde mehrmals verlegt, um genug Platz für die Steine zu haben. Von einem alten Theatinerblock bis zum neuen Dienstgebäude des Königlichen Katasterbüros hier in der Alexandrastraße. Die Lagerung und Organisation der Steine waren wichtige Schritte in der Geschichte der Lithographie in Bayern.

Archy: Wenn du das so erzählst und ich die Steine hier betrachte, dann sieht meiner ja fast genauso aus wie so ein Lithographiestein.

Geist: Absolut! Archy. Du hast ein Stück von einem Lithographiestein gefunden, da bin ich mir sicher. Wenn du möchtest, können wir deinen Stein hier im Steinlager des Landesamtes für Digitalisierung, Breitband und Vermessung ausstellen, damit ihn jeder sehen kann, der das Steinarchivmuseum besucht.











Archy: Ja, das ist eine gute Idee. Die Geschichte hinter diesem Stein ist wirklich erstaunlich. Danke, lieber Geist.










Geist: Gerne lieber Archy. Es ist faszinierend zu sehen, wie Bayern zu einem Zentrum der Lithographie wurde und einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung des Druckwesens leistete.











Archy: Da gebe ich dir recht. Dann mache ich mich mal auf den Heimweg.

Geist: Komm gut nach Hause, Archy und schön, dass du da warst.

### Anhang 3: Zeichenschlüssel / 360°-Museumstour für Kinder

| Verwendung                        | Größe in (px)             | Farbe (RGB)   | Darstellung & Darstellung beim Berühren  |
|-----------------------------------|---------------------------|---|--|
| Hauptmenu<br>Links                | Breite: 48px<br>Höhe:48px | Hintergrund:<br>(51, 139, 211)<br><br>Zeichen:<br>(255,255,255) | <br>     |
| Home                              | Breite: 48px<br>Höhe:48px | Zeichen:<br>(255,255,255)                                       |   |
| Karte                             | Breite: 36px<br>Höhe:36px | Zeichen:<br>(51, 139, 211)                                      |   |
| Information<br>Hauptmenu<br>Links | Breite: 36px<br>Höhe:36px | Zeichen:<br>(51, 139, 211)                                      |   |
| Share                             | Breite: 36px<br>Höhe:36px | Zeichen:<br>(51, 139, 211)                                      |   |
| Hauptmenu<br>Mitte                | Breite: 48px<br>Höhe:48px | Hintergrund:<br>(51, 139, 211)<br><br>Zeichen:<br>(255,255,255) | <br> |
| Nächste Seite                     | Breite: 70px<br>Höhe:70px | Zeichen:<br>(255,255,255)<br><br>Zeichen:<br>(51, 139, 211)     | <br> |

|                      |                           |   |  |
|----------------------|---------------------------|---|--|
| Standort             | Breite: 98px<br>Höhe:98px | Kontur:<br>(255,255,255)                                    |   |
| Einstellungen        | Breite: 48px<br>Höhe:48px | Hintergrund:<br>(51, 139, 211)<br>Zeichen:<br>(255,255,255) | <br> |
| Automatisches Drehen | Breite: 36px<br>Höhe:36px | Zeichen:<br>(51, 139, 211)                                  |   |
| On/Off Button        | Breite: 36px<br>Höhe:36px | Zeichen:<br>(51, 139, 211)                                  |   |
| On/Off Ton           | Breite: 36px<br>Höhe:36px | Zeichen:<br>(51, 139, 211)                                  |   |
| Vollbildmodus        | Breite: 36px<br>Höhe:36px | Zeichen:<br>(51, 139, 211)                                  |   |
| Standortwechsel      | Breite: 48px<br>Höhe:48px | Hintergrund:<br>(51, 139, 211)<br>Zeichen:<br>(255,255,255) |   |
| Fotos                | Breite: 48px<br>Höhe:48px | Hintergrund:<br>(51, 139, 211)<br>Zeichen:<br>(255,255,255) |   |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| Information<br>In der Tour                       | Breite: 36px<br>Höhe:36px<br><br>Breite: 40px<br>Höhe:40px   | Hintergrund:<br>(51, 139, 211)<br><br>Zeichen:<br>(255,255,255)<br><br>Kontur:<br>(255,255,255) |   |
| Kinder Tour                                      | Breite: 100px<br>Höhe:71px<br><br>Breite: 110px<br>Höhe:81px | Dreieck<br>Hintergrund:<br>(51, 139, 211)   |   |
| Standort<br>(Karte)                              | Breite: 30px<br>Höhe:30px<br><br>Breite: 34px<br>Höhe:34px   | Hintergrund:<br>(51, 139, 211)<br><br>Zeichen:<br>(255,255,255)                                 | <br>    |
| Standort ak-<br>tiv (Karte)                      | Breite: 30px<br>Höhe:30px<br><br>Breite: 34px<br>Höhe:34px   | Hintergrund:<br>(194,14,0)<br><br>Zeichen: (255,0,0)  | <br> |
| Standort<br>Kinder<br>Führung<br>(Karte)         | Breite: 60px<br>Höhe:60px                                    | Nummer<br>Hintergrund:<br>(194,14,0)  | <br> |
| Standort<br>Kinder<br>Führung ak-<br>tiv (Karte) | Breite: 60px<br>Höhe:60px                                    | Nummer<br>Hintergrund:<br>(194,14,0)  | <br> |

## Anhang 4: Ehrenwörtliche Erklärung

Erklärung gemäß § 26 Abs. 7 ASPO

|              |  |
|--------------|--|
| Name         | Horn                                     |
| Vorname      | Nina                                     |
| Studiengang  | Kartographie & Geomedientechnik          |
| Matrikel-Nr. | xxxxxxxxxxxxx                            |
| Betreuer:in  | Prof. Dr. Sven Fuhrmann und Thomas Meier |

Hiermit erkläre ich, dass ich die Abschlussarbeit selbstständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Otterfing, 11.03.2025

Ort, Datum



Unterschrift