

# Entwicklung einer interaktiven virtuellen Präsentation des Geodatenangebots der Bayerischen Vermessungsverwaltung

Bachelorarbeit an der Fakultät für Geoinformation der  
Hochschule für angewandte Wissenschaften München  
Karlstraße 6, 80333 München

Studiengang Kartographie und Geomedientechnik, Sommersemester 2021

Name:	Philipp Norbert Winkler
Matrikelnummer:	Angabe wurde entfernt
Adresse:	Angabe wurde entfernt
Erstgutachter:	Prof. Dr. Markus Oster
Zweitgutachter:	Thomas Meier (LDBV)
E-Mailadresse:	Angabe wurde entfernt
Ort und Datum der Abgabe:	München, 01.09.2021

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	
Abkürzungsverzeichnis.....	
Tabellenverzeichnis.....	
1. Einführung.....	1
1.1. Motivation.....	1
1.2. Problemstellung.....	2
2. Die Bayerische Vermessungsverwaltung.....	3
3. Geodaten.....	4
3.1. Das sind Geodaten.....	4
3.2. So werden Geodaten erhoben.....	5
3.3. Geodatenangebot der Bayerischen Vermessungsverwaltung.....	6
4. Vergleichbare Anwendungen.....	7
5. Präsentation.....	10
5.1. Konzeption.....	10
5.2. Aufbau der Präsentation.....	12
5.3. Grundlegende Steuerung.....	13
5.4. Benutzeroberfläche.....	15
5.5. Räume.....	17
5.5.1. 3D-Modell.....	20
5.5.2. Digitale Geländemodelle.....	21
5.5.3. Luftbild Zeitreihen.....	23
5.5.4. Videos.....	26
5.5.5. Hochwassersimulation.....	27
5.5.6. Orte platzieren.....	30
5.5.7. Sehenswürdigkeiten.....	34
5.5.8. Stadtmodelle.....	36
6. Fazit / Diskussion der Ergebnisse.....	38
7. Literaturverzeichnis.....	41
8. Quellenverzeichnis.....	41
Erklärung.....	45

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hauptraum und Gänge ohne Decke aus der Vogelperspektive.....	13
Abbildung 2: Visualisierung der Steuerung.....	14
Abbildung 3: Fadenkreuz schwarz.....	14
Abbildung 4: Fadenkreuz grün.....	14
Abbildung 5: Aktive Benutzeroberfläche 3D-Modell-Raum.....	16
Abbildung 6: Optionen-Menü.....	17
Abbildung 7: Auswahl der zu betretenden Räume.....	18
Abbildung 8: Menü zum Öffnen und Schließen der Räume.....	19
Abbildung 9: Karte des 3D-Raumes.....	20
Abbildung 10: Aktives Modell des 3D-Raumes.....	21
Abbildung 11: DGM 1m mit höhencodierter Farbschummerung.....	21
Abbildung 12: DGM 20m mit höhencodierter Farbschummerung.....	21
Abbildung 13: DGM 200m mit höhencodierter Farbschummerung.....	21
Abbildung 14: DGM 1m mit einem DOP als Oberfläche.....	22
Abbildung 15: DGM 1m mit einer TK25 als Oberfläche.....	22
Abbildung 16: DGM 1m mit einer TK50 als Oberfläche.....	23
Abbildung 17: DGM 1m mit einer TK100 als Oberfläche.....	23
Abbildung 18: Befliegungsprogramm ab 1987.....	24
Abbildung 19: Befliegungsprogramm ab 2003.....	24
Abbildung 20: Befliegungsprogramm ab 2017.....	24
Abbildung 21: Luftbild Zeitreihe von Regensburg (2004).....	25
Abbildung 22: linke Seite des Animationen-Raumes.....	26
Abbildung 23: Rechte Seite des Animationen-Raumes.....	27
Abbildung 24: Übersicht Hochwassersimulation.....	28
Abbildung 25: Aktueller Pegelstand neben dem Fadenkreuz.....	29
Abbildung 26: Erste gemessene Strecke im Bayernatlas.....	31
Abbildung 27: Zweite gemessene Strecke im Bayernatlas.....	31
Abbildung 28: Dritte gemessene Strecke im Bayernatlas.....	31
Abbildung 29: Erste gemessene Strecke in Google Maps.....	31
Abbildung 30: Zweite gemessene Strecke in Google Maps.....	31
Abbildung 31: Dritte gemessene Strecke in Google Maps.....	31
Abbildung 32: Anfangspunkt der ersten Streckenmessung in Unity.....	31
Abbildung 33: Endpunkt der ersten Streckenmessung in Unity.....	31

Abbildung 34: Ausschnitt aus dem Raum "Orte platzieren" nach der Überprüfung der Entfernung zur ersten gesuchten Stadt .....	32
Abbildung 35: Bild der Bayernkarte nachdem alle Städte geraten wurden .....	32
Abbildung 36: Sehenswürdigkeiten Raum Wand von Augsburg.....	34
Abbildung 37:Stadtmodelle Raum .....	36
Abbildung 38: Stadtmodell aus Gebäudeblöcken (LoD1) .....	37
Abbildung 39: Stadtmodell mit Dachstruktur (LoD2).....	37
Abbildung 40: Stadtmodell aus Luftbildern abgeleitet .....	37

## Abkürzungsverzeichnis

Amtliche Topographische Karte im Maßstab 1:25000.....	ATK25
Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem.....	ALKIS
Amtliches Topographisches-Kartographisches Informationssystem .....	ATKIS
Augmented-Reality.....	AR
Bayerische Vermessungsverwaltung.....	BVV
Digitale Geländemodelle.....	DGM
Digitales Landschaftsmodell.....	DLM
Digitales Orthophoto.....	DOP
First-Person .....	FP
Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung .....	LDBV
Level of Detail.....	LoD
Topographische Karte des Maßstabs .....	TK(Maßstabsangabe)
Topographische Karte im Maßstab 1:50000 .....	TK50
Umgebungskarte im Maßstab 1:50000.....	UK50
User Interface.....	UI
Virtual-Reality.....	VR

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geodatenangebot des Landesamts für Digitalisierung, Breitband und Vermessung .....	6
Tabelle 2: Städte und Jahreszahlen der Luftbild Zeitreihen.....	24

# 1. Einführung

In diesem Kapitel wird darauf eingegangen, wieso es notwendig ist, dass eine interaktive virtuelle Präsentation erstellt werden soll. Ebenfalls werden mögliche Probleme angesprochen und Lösungen aufgezeigt, um als fertiges Produkt die gewünschten Eigenschaften mitzubringen.

## 1.1. Motivation

In der heutigen, globalisierten Welt nehmen Daten einen immer höheren Stellenwert ein. Wie groß der Anteil an Geodaten dabei ist, wird oft unterschätzt. „90% aller Daten können einem Ort zugesprochen werden bzw. einen Raumbezug und sind somit Geodaten.“ (GDI-RP 2020, Geodaten). Die Bayerische Vermessungsverwaltung (BVV) ist zuständig für die Vermessung und die Verwaltung der amtlichen Geodaten in ganz Bayern (vgl. Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung 2018, Bayerische Vermessungsverwaltung). Bei der Vermessung des Bundeslandes fallen große Mengen an Daten an sowie zahlreiche daraus resultierende Produkte, die die BVV erstellt (siehe Kapitel 3.3.). Doch was ist ein Digitales Geländemodell? Wo liegt der Unterschied zwischen einem Stadtmodell des Level of Detail 1 und Level of Detail 2? Wann wird eine Topographische Karte des Maßstabs 1:25.000 und wann eine Topographische Karte des Maßstabs 1:100.000 benutzt?

Das Geodatenangebot der BVV ist vielfältig, doch für Personen, die sich mit dem Thema Geodaten noch nicht beschäftigt haben, sind viele Begriffe Fremdwörter. Während dem Studienpraxissemester am Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV), zu der die BVV zählt, ist mir bewusst geworden, wie groß die Bandbreite an Geodaten ist. Unter anderem werden im Referat 85 „Luftbildmessung und Fernerkundung“ Geodaten verarbeitet und visualisiert, um diese auf Messen vorzustellen. Aber auch für ein sehr kleines Publikum von ein bis zwei Personen sind die Präsentationen vorgesehen. Diverse Geodaten und deren Einsatzmöglichkeiten werden dabei durch unterschiedliche Medien vorgestellt. Eine Präsentationsform stellt dabei nur eine begrenzte Anzahl an Themen und dazugehöriger Daten dar. So kann es vorkommen, dass für eine Vorstellung sowohl ein Fernseher, ein Computer und ein Tablet parallel zum Einsatz kommen müssen, um die gewünschten Daten zu zeigen. Deshalb kam die Frage auf, ob es möglich ist, eine virtuelle Präsentation von Geodaten zu erstellen, die eine große Bandbreite an Daten in einer interaktiven Anwendung darstellen kann. Damit beschäftigt sich die vorliegende Arbeit.

## 1.2. Problemstellung

Bei der Erstellung einer solchen Präsentation sind die folgende Faktoren zu beachten. Als erstes muss eine Plattform gefunden werden, die sich gut eignet, eine Vielzahl an Daten darzustellen. Des Weiteren wird ein Programm benötigt, um aus den Daten eine interaktive Anwendung zu erstellen. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass das mögliche Zielpublikum breit gestreut ist, daraus resultiert, dass die Anwendung übersichtlich und niederschwellig sein sollte.

Die Kameraführung und Steuerung müssen schnell erlernbar sein, sodass der Einstieg in die Präsentation leichtfällt und nicht bereits am Anfang Frust beim Benutzer entsteht. Der Aufbau der Inhalte muss logisch und klar strukturiert werden, sodass der Anwender die virtuelle Umgebung möglichst selbstständig erkunden kann. Hierzu sollen dem Nutzer der Anwendung weitere Erklärungen an die Hand gegeben werden, welche etwa die Steuerung und Interaktionsmöglichkeiten erklären. Ebenso wünschenswert ist es, weitere Informationen zu den visuell dargestellten Daten aufzuzeigen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass der Aufbau so zu wählen ist, dass dieser für verschiedene Zielgruppen angepasst werden kann. Dabei sollen z. B. bestimmte Inhalte übergangen werden können.

Zuletzt muss entschieden werden, welche Geodaten dargestellt und aufbereitet werden sollen. Das Ziel der Anwendung ist, eine virtuelle Umgebung zu erschaffen, in der Geodaten visualisiert sind und eine Interaktion zwischen Anwender und Daten nicht nur ermöglicht, sondern diese sogar fördert wird. Das Verständnis dafür, wie viele mögliche Anwendungsgebiete es für Geodaten gibt, soll geschärft und das Interesse für eine weitere Auseinandersetzung mit diesem Thema geweckt werden.

In dieser Arbeit wird zunächst darauf eingegangen, was die Bayerische Vermessungsverwaltung ist und welche Aufgaben diese übernimmt. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit Geodaten, was darunter verstanden wird, wie Geodaten erhoben werden und welche Daten und Produkte die BVV bzw. das LDBV anbietet. Danach wird erläutert, welche bisherigen Anwendungen als Vergleich herangezogen werden können, warum diese Darstellungsformen nicht gewählt wurden und welche Elemente in die Entwicklung mit einfließen. Anschließend wird die Präsentation von der Konzeption über den Aufbau, Steuerung, Benutzeroberfläche bis hin zu den einzelnen Räumen, in denen die Daten visualisiert wurden, erörtert.

## 2. Die Bayerische Vermessungsverwaltung

Die Bayerische Vermessungsverwaltung (BVV) ist dem Staatsministerium der Finanzen und für Heimat untergeordnet. Die Behörde ist in mehrere Abteilungen aufgegliedert. Die BVV ist der Abteilung VII, Digitalisierung, Breitband und Vermessung zugeordnet. Das Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) fungiert dabei als Mittelbehörde. Das LDBV wird in drei Schwerpunktbereiche (Digitalisierung, Breitband und Vermessung) aufgeteilt. Die BVV ist dem Bereich der Vermessung zugeordnet. Zudem ist das LDBV für bayernweit 51 Ämter zuständig und hat 22 Außenstellen (vgl. Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung 2018, Organisationsstruktur).

Der Name der Mittelbehörde LDBV gibt Aufschluss darüber, welche Aufgaben übernommen werden. Die Digitalisierung wird in Form des IT-Dienstleistungszentrum, welches den zentralen IT-Dienstleister des Freistaats Bayern darstellt, umgesetzt. Die besucherorientierten BayernLabs, in denen neue Technik betrachtet und benutzt werden dürfen, werden hier ebenfalls verwaltet. Dort wird auch die Grundlage geschaffen, dass Geodaten für die Gesellschaft zugänglich gemacht werden können. Ebenfalls ist das LDBV für den Breitbandausbau zuständig. Mit dem Breitbandzentrum in Amberg findet sich hier die zentrale Anlaufstelle zum Thema geförderter Breitbandausbau. Das LDBV berät Kommunen bei der Koordination sowie dem Ablauf des Ausbaus und unterstützt bei Bedarf (vgl. ebd. 2018, Aufgaben, Ziele und Werte). Ein weiterer Aufgabenbereich des LDBV ist die „Vermessung“. Hierunter findet man etwa das Bayerische Landesluftbildarchiv, in dem Luftbilder von der Befliegung der alliierten Streitkräfte des Zweiten Weltkriegs bis hin zu den aktuellen Luftbildern zu finden sind (vgl. ebd. 2018, Bayerisches Landesluftbildzentrum). Dieser Bereich des LDBV ist ebenfalls zuständig für die Erfassung von Grundstücks- und Ländergrenzen. Die bayerischen Flurstücke und Gebäude werden hier erfasst und aktualisiert. Daneben werden Geobasisdaten aufgenommen und auf den neuesten Stand gebracht (vgl. ebd. 2018, Aufgaben, Ziele und Werte). Was Geobasisdaten genau sind, ist im Kapitel 3.1. zu lesen. Ebenfalls wird die Bestimmung der Topographie, also die Beschreibung der Form sowie die Lage von Objekten auf der Erdoberfläche (vgl. Bibliographisches Institut GmbH 2021, Topographie), dem Bereich der Vermessung, hinzugezählt. Diese erfassten Daten werden hier nicht nur abgespeichert, sondern auch für weitere Zwecke zur Verfügung gestellt (vgl. Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung 2018, Aufgaben, Ziele und Werte).

Das LDBV und die zugehörige BVV bietet also eine breite Palette an Daten an, welche genutzt werden können. Eine virtuelle Präsentation bietet dabei eine anschauliche Möglichkeit, das Geodatenangebot niederschwellig darzustellen und mögliche Einsatzgebiete aufzuzeigen.

### 3. Geodaten

In den nachfolgenden Kapiteln wird näher auf das Thema Geodaten eingegangen. Es wird erklärt, was unter dem Begriff Geodaten zu verstehen ist, wie diese erhoben werden und welche Geodaten die BVV zur Verfügung stellt.

#### 3.1. Das sind Geodaten

Geodaten sind Daten, die einen räumlichen Bezug aufweisen (vgl. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat 2020, Geoinformationen). Je nach Quelle besitzen „Schätzungsweise 80% aller weltweiten qualitativen und quantitativen Daten“ (Lakes in Baur und Blasius 2014, S. 981) oder 90% aller Daten (GDI-RP 2020, Geodaten) diese Eigenschaft und gelten somit als Geodaten. Geodaten „[...] sind geometrische, topologische, thematische und zeitliche Informationen. Diese Daten bilden zusammen die Geodaten eines Geoobjekts.“ (de Lange 2013, S. 177). Wie aus diesem Zitat hervorgeht, besitzen Geodaten mehrere Eigenschaften. Zum einen die Geometrie, welche einem Objekt eine bestimmte Form und Lage im Raum zuordnet. Zum anderen beschreibt die Topologie die Beziehung eines Objekts zu anderen Objekten. Bei thematischen Informationen handelt es sich um beschreibende Informationen, wie etwa, um welches Objekt es sich handelt (Gewässer, Straße, Gebäude) oder die Art eines Gebäudes (Wohngebäude, Museum, Kirche, etc.). Eine zeitliche Information beschreibt den Zeitpunkt der Aufnahme, so lassen sich zeitliche Veränderungen nachvollziehen (vgl. de Lange 2013, S. 177).

„Geodaten lassen sich untergliedern in Geobasisdaten, die in der Regel von den Vermessungsverwaltungen bereitgestellt werden, und Geofachdaten, die aus unterschiedlichen raumbezogenen Fachdatenbanken (z. B. Umwelt, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft, Kommunen) stammen.“ (vgl. Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung 2019, Die amtlichen Geobasisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung). Wie hier erläutert wird, werden Geodaten also grundsätzlich in zwei Bereiche unterteilt. Einerseits die Geobasisdaten, „[...] welche die Landschaft, die Liegenschaften und den einheitlichen geodätischen Raumbezug anwendungsneutral nachweisen und beschreiben.“ (vgl. GDI-NI o. J., Geobasisdaten). Zumeist werden diese Daten von amtlichen Vermessungsverwaltungen bereitgestellt, wie etwa die BVV. Andererseits gibt es Geofachdaten, welche vorwiegend thematische Daten aus verschiedenen Bereichen wie Umwelt, Verkehr oder auch Statistik, „[...] welche durch Raumbezug zu Geodaten "veredelt" werden.“ (vgl. GDI-RP 2020, Geodaten).

Weiterhin stehen für die meisten Geodaten „Metadaten“ zur Verfügung, diese werden als Daten über Daten bezeichnet. Sie geben Aufschluss darüber, wo und wie die Geodaten aufgenommen wurden, wie hoch die räumliche Auflösung ist oder was ein Datensatz anzeigt. Dies hilft vor allem bei der Suche und Einteilung von Daten, sowie der Bewertung der Qualität der Daten (vgl. GDI-RP 2020, Geodaten).

Da die Bayerische Vermessungsverwaltung hauptsächlich Geobasisdaten anbietet, wird in der Präsentation auf diese zurückgegriffen.

### 3.2. So werden Geodaten erhoben

Bei der Erhebung von Geodaten wird zwischen primären und sekundären Erfassungsmethoden unterschieden. Zu den primären Erfassungsmethoden zählen die Felderkundung, die kontinuierliche Messwerterfassung, die terrestrisch-topographische Vermessung sowie die topographische Vermessung mittels Fernerkundung. Unter Felderkundung versteht man Zählungen, Beschreibungen, Beobachtungen oder das Erheben von Proben wie bei Gewässern. Die kontinuierliche Messwerterfassung wird in Messstationen erhoben, zum Beispiel um Luftdruck oder Niederschlag über einen längeren Zeitraum erfassen zu können. Terrestrisch-topographische Vermessung beschreibt die geodätische Vermessung vom Boden aus, von einer Messung mit Winkelprisma und Maßband, über Messverfahren mit Theodoliten und Tachymetern bis hin zum terrestrischen Laserscanning oder der Messung mit Hilfe der Satellitenpositionierung. Bei der topographischen Vermessung mittels Fernerkundung werden zum einen Daten von fliegenden Objekten wie Drohnen oder Flugzeugen heraus erzeugt. Man spricht je nach Art der Aufnahme von Aerophotogrammetrie oder Airborne-Laserscanning. Zum anderen zählen zu dieser Gruppe die satellitengestützten Radaraufnahmen und die Satellitenbilder. Sekundäre Erfassungen sind Daten, die aus Primärdaten abgeleitet werden. Eine Weiterverarbeitung beziehungsweise digitale Datenaufbereitung von Primärdaten erzeugt Sekundärdaten (de Lange 2013, S. 177 f.).

### 3.3. Geodatenangebot der Bayerischen Vermessungsverwaltung

Die BVV, bzw. das Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung bietet auf seiner Webseite eine Reihe von Daten an, die in verschiedene Bereiche unterteilt werden. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Einblick in das Geodatenangebot und die jeweilige Einteilung. Manche Daten doppelten sich dabei, da sie sowohl der einen als auch der anderen Gruppierung zugeordnet werden können.

*Tabelle 1: Geodatenangebot des Landesamts für Digitalisierung, Breitband und Vermessung*

<b>Eingruppierung</b>	<b>Angebote/Produkte</b>
ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem)/ Katasterauszüge	ALKIS
	Bauvorlage
	Bodenschätzung
	Eigentümerdaten
	Fischereirechte
	Flurkarte
	Hauskoordinaten
	Hausumringe
	Planungskarte
	Tatsächliche Nutzung
3D-Produkte	3D-Gebäudemodell
	Geländemodell
	Laserpunkte
	Geländeerelief
	Digitale Höhenlinienkarte
	Digitales Oberflächenmodell
	3D-Modell
Luftbildprodukte	Luftbilder
	Orthophotos
	Bayernbefliegung
ATKIS (Amtliches Topographisches-Kartographisches Informationssystem)	
Basis-DLM (Digitales Landschaftsmodell)	
Topographische Karten	Digitale Topographische Karte
	ATK25 (Amtliche Topographische Karte im Maßstab 1:25.000)
	UK50 (Umgebungskarte im Maßstab 1:50.000)
	TK50 (Topographische Karte im Maßstab 1:50.000)
	ATK100
	Übersichtskarten

Eingruppierung	Angebote/Produkte
Historische Karten	Bayerische Landtafeln
	Positionsblätter
	Topographischer Atlas
	Historische Topographische Karten
	Historische Flurkarten
	Weitere historische Karten
	Wening-Ortsansichten (Reproduktion von Kupferstichen)
Freizeitprodukte	ATK25
	UK50 und TK50
	ATK100
	Übersichtskarten
	Rad- und Wanderwege
	BayernAtlas
Weitere Geodaten	Festpunkte
	OpenData
	Geodaten für Universitäten und Hochschulen

(vgl. Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung 2018, Produkte)

#### 4. Vergleichbare Anwendungen

Das Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) bietet eine Vielzahl an Geodaten an (mehr dazu unter dem Punkt 3.3.). So wurden im LDBV bereits Anwendungen entwickelt, um die Daten und mögliche Anwendungen darzustellen. Eine der meistgewählten Darstellungsformen sind dabei Videos. Hierbei werden Geodaten in passenden Programmen aufbereitet und anschließend mit einem so genannten Kameraflug versehen. Dabei bewegt sich die Kamera kontinuierlich entlang eines vordefinierten Pfads und nimmt dabei stetig Bilder auf, welche anschließend zu einem Film verarbeitet werden. Während des Kameraflugs ist es möglich, die Geodaten anzupassen, um somit einen Übergang zu erzeugen. Drei dieser Videos sind in dem fertigen interaktiven Programm im Raum „Videos“ zu sehen. Diese Form der Präsentation ist verhältnismäßig schnell erstellt und Videos sind in der Regel leicht zu bedienen. Der Anwender hat hier allerdings keine Möglichkeit, mit den Geodaten zu interagieren. Diese rein visuelle Darstellungsform wird daher ausgeschlossen. Mit Virtueller-Reality (VR) Anwendungen können Daten interaktiver dargestellt werden. Hier werden meist 3D-Modelle, etwa von der Zugspitze oder bayerischen Städten, verwendet. Aus diesen Daten werden Anwendungen erstellt, in der sich ein Benutzer bewegen kann, entweder durch die Positionserfassung im Raum oder mit Hilfe zusätzlicher Controller. Dieser Ansatz bietet zwar Vorteile, wie eine intuitive Kamerabewegung und eine hohe Immersion, jedoch auch eine Reihe von Nachteilen. Sowohl Hersteller als auch Augenärzte empfehlen, VR-Brillen erst ab zwölf Jahren zu benutzen (vgl. KGS o. J. VR-Brille).

Eine kleine Gruppe möglicher Interessenten wird dadurch zwar ausgeschlossen, Kinder unter zwölf Jahren stellen aber nicht die Hauptzielgruppe der Anwendung dar. Bei VR-Präsentationen des LDBVs ist leider aufgefallen, dass bei manchen Personen während der Benutzung Beschwerden wie Schwindel oder Übelkeit auftreten. Zusätzlich benötigt eine VR-Anwendung genügend Platz, damit sich der Anwender frei bewegen kann. Einen weiteren Nachteil stellt die Anzahl des benötigten Equipments dar. Für eine VR-Anwendung braucht es mindestens einen performanten Rechner, zwei Basisstationen, die im Raum angebracht werden müssen, so wie die VR-Brille. Optional bedarf es noch weiterer Controller, welche über einen Akku betrieben werden, diese können also während des Betriebs ausfallen. Zwar biete VR einige Vorteile, am Ende wird sich jedoch dagegen entschieden.

Das LDBV entwickelt ebenfalls Augmented-Reality (AR) Anwendungen. Augmented-Reality verbindet Elemente der realen Welt und ergänzt diese mit digitalen Informationen. Es wurde beispielsweise eine Anwendung für Android-Geräte mit Kamera entwickelt. Startet man dieses Programm und erfasst die Kamera ein vordefiniertes Bild, wie ein Kartenausschnitt, so ergänzt das Programm automatisch über dem eigentlichen Bild ein 3D-Modell auf dem Bildschirm des Geräts. Das Modell hat eine feste Ausrichtung, die an das Bild gekoppelt ist, bewegt sich der Benutzer also um das Bild herum, so kann er das Modell von allen Seiten betrachten. Wird das Gerät mit seiner Kamera näher an das Bild herangeführt, so erscheint das Modell ebenfalls größer. Solch eine Anwendung gestaltet sich ebenfalls als interaktiv, doch sind hier Bild und Modell fest miteinander verknüpft und somit ist die Anzahl an darzustellenden Daten begrenzt. Sollte das Basisbild nicht mehr zur Verfügung stehen, so kann die komplette Anwendung nicht mehr verwendet werden. Damit die gewünschte Bandbreite an Daten angezeigt werden kann, müssten auch in der realen Welt entsprechend viele Objekte erschaffen / verknüpft sowie mit einem Datensatz hinterlegt werden. Auch müssten für die Verwendung sowohl reale als auch digitale Daten zur Verfügung stehen. Die Präsentation soll trotz des Umfangs jedoch so einfach wie möglich gehalten werden. Deswegen fällt eine AR-Anwendung raus.

Als weiteres Anwendungsgebiet um Geodaten zu visualisieren, kann der BayernAtlas betrachtet werden. Dieser ist als Web-Anwendung verfügbar. Der Atlas bietet neben einer Webkarte auch eine Topographische-, eine Luft- oder eine historische Karte an. Man kann zusätzlich Informationen wie Wander- und Radwege, Tiergärten oder das Geländere relief einblenden. Weitere Möglichkeiten, wie das Erstellen von Routen und dem anschließenden Export, oder das Messen auf der Karte, gestalten diese Anwendung vielseitig (vgl. Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat o. J., BayernAtlas).

Diese Anwendung ist darauf ausgelegt, Kartenelemente darzustellen und bietet über Kartendienste hinaus kaum Interaktionsmöglichkeiten und ist somit für das gesuchte Einsatzgebiet unpassend.

Durch einen Blick auf andere Themenfelder können neue Herangehensweisen in Betracht gezogen werden, um aufzuzeigen, wie eine Vielzahl an Daten dargestellt werden kann. Eine Reihe von Museen, darunter auch der Louvre in Paris, oder das Deutsche Museum in München, bieten die Möglichkeit, die Exponate virtuell zu betrachten. Beide Museen bieten eine große Anzahl an Ausstellungsstücken an, der Louvre ist dabei auf Kunst, das Deutsche Museum auf Wissenschaft und Technik spezialisiert. Letzteres bietet für den Besucher in einigen realen Ausstellungsräumen die Möglichkeit, mit Gegenständen zu interagieren und kleine Experimente durchzuführen. Beide Museen verfolgen jedoch einen ähnlichen Ansatz, ihre Daten virtuell darzustellen. So werden in den Räumlichkeiten mit Hilfe von speziellen Kameras 360° Bilder aufgenommen. Startet der Benutzer nun die Web-Anwendung des jeweiligen Museums, so springt er an die Stelle einer Kamera-Aufnahme. Von dieser Position aus kann sich der Benutzer umsehen und zur nächsten Stelle springen. Der Benutzer kann nicht direkt mit den Exponaten interagieren, sondern bekommt Symbole eingeblendet, die die Umgebung überlagern. Auf diese Symbole kann meistens geklickt werden, entweder um sich ein Exponat im Vollbildmodus anzuschauen oder um zusätzliche Informationen einzublenden. (vgl. Louvre o. J., VIRTUAL TOURS sowie Deutsches Museum o. J., Deutsches Museum DIGITAL)

Durch den Ansatz, sich in einem Raum zu bewegen und dadurch eine Vielzahl an Elementen zu zeigen, eignet sich diese Präsentationsform auch für die Darstellung verschiedener Geodaten. Die Interaktion mit den Ausstellungsstücken ist jedoch kaum bis gar nicht vorhanden.

Bei der weiteren Recherche fällt auf, dass unter Stichwörtern wie „Präsentation von Geodaten“, „Interaktive Geodaten“, oder „Virtuelle Geodaten“ zumeist Infografiken und Web-Karten zu finden sind. Die Kartenhintergründe dieser Anwendungen basieren auf Geobasisdaten, auf diese Daten wird aber meist nicht weiter eingegangen. Stattdessen werden Geofachdaten in den Vordergrund gerückt. Diese Fachdaten kann der Anwender schließlich betrachten und deren Anzeige modifizieren. Diese zumeist zweidimensionale Darstellungsform dient deshalb nicht als Vorbild, da das Geodatenangebot der BVV zum Großteil aus Geobasisdaten besteht. Hier sollen sich die Benutzer der geplanten Präsentation lediglich mit den Basisdaten auseinandersetzen.

## 5. Präsentation

Im Folgenden wird näher auf die Präsentation eingegangen, von der Konzeption und Entwicklung, bis hin zum Aufbau und der Umsetzung der einzelnen Elemente. Die Besonderheiten der Programmierung werden in den jeweiligen Räumen ab 5.5.1. erklärt. Die verwendeten Geodaten werden vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung von Herrn Thomas Meier (Referat 85 Luftbildmessung und Fernerkundung) zur Verfügung gestellt.

### 5.1. Konzeption

Bei der Entwicklung der Arbeit wurde von Seiten der BVV wenige Rahmenbedingungen gestellt. Die Wünsche waren, dass Geodaten visuell und soweit möglich interaktiv aufbereitet und dargestellt werden sollen. Des Weiteren ist die spätere Verwendung der Präsentation von entscheidender Bedeutung. Sowohl Jugendliche als auch Erwachsene sollen die Anwendung innovativ bedienen können und als interessant, erlebbar sowie bereichernd empfinden. Die Einsatzgebiete werden sich zukünftig von Messeauftritten bis hin zu Einzelpräsentationen erstrecken. Aus diesem Grund werden einige Fachbegriffe und deren Abkürzungen durch leichter verständliche Begriffe ausgetauscht wie z. B. der Begriff Orthophoto, welches ein photogrammetrisch entzerrtes Luftbild ist (vgl. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2021 Digitale Orthophotos und Satellitenbilddaten). In der Anwendung wird daher der Begriff Luftbild statt Orthophoto verwendet.

Um dieses interaktive Programm facettenreich aufzubauen, damit sie für einen Großteil der bayerischen Bevölkerung attraktiv erscheint, werden Daten aus verschiedenen Orten des Bundeslandes verwendet, sodass sie sich nicht nur auf einem Bereich Bayerns fokussieren.

Eine frühe Überlegung, dieses Projekt in einer Virtual-Reality (VR) Umgebung darzustellen, wurde aufgrund der anhaltenden Corona-Pandemie während der Ausarbeitung verworfen. Gerade bei einer hohen Anwenderzahl ist die am Kopf getragene VR-Brille sowie die Steuergeräte für die Hände aus hygienischer Sicht kritisch zu betrachten. Deshalb soll das Konzept als am PC bedienbares Programm erstellt werden. Aufgrund der leicht hineinzusetzenden Perspektive und einer intuitiven Steuerung wird eine sogenannte First-Person (FP) Steuerung gewählt. Dabei hat der Benutzer das Gefühl, die Szene durch die Augen einer imaginären, virtuellen Spielfigur zu betrachten.

Die Umsetzung der Ideen erfolgt in dem Programm Unity, einer sogenannten Spiele-Engine. Es wird die Unity-Version 2020.3.8f1 gewählt, welche von Seiten der Herausgeber des Programms eine Langzeit Unterstützung gewährleistet. Das bedeutet, dass diese Version (2020.3) bis März 2023 regelmäßige Updates bekommt. Im Laufe der Entwicklung einer Programmversion kann es zu verschiedenen Fehlern kommen, die unter anderem zu Abstürzen führen können. Entsprechende Updates können solche Fehler beheben. Somit wird diese Version auch in Zukunft stabil laufen, was zum Vorteil hat, dass Änderungen, Anpassungen oder Aktualisierungen an der Präsentation auch im Nachhinein an einer fehlerfrei laufenden Version vorgenommen werden können (vgl. unity 2021, LTS Release). Unity bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten, um virtuelle Szenen zu erstellen, zum Beispiel können geometrische Primitive wie Würfel, Kugeln oder Zylinder platziert, rotiert und skaliert werden. Für komplexere Aufgaben können 3D Modelle der gängigsten Dateiformate, wie etwa Filmbox (Dateiendung .fbx), Collada (Dateiendung .dae) AutoCAD DXF (Dateiendung .dxf) oder auch Wavefront OBJ (Dateiendung .obj) in Unity importiert werden (vgl. unity DOCUMENTATION 2021, Model file Formats).

Optisch kann eine Szene durch verschiedene Materialien oder Lichteffekte dem gewünschten Verwendungszweck angepasst werden. Über sogenannte Skripte können Spielmechaniken umgesetzt werden, von der Steuerung der Kamera bis hin zur Interaktion verschiedener Spielelemente untereinander. Diese Skripte werden für die Anwendung in der Programmiersprache „C#“ geschrieben. Erst durch die Zusammenführung von Modellen und Skripten entsteht eine virtuelle Welt, in der sich ein Benutzer bewegen und mit der er interagieren kann. Ist alles in Unity zusammengefügt, also die Objekte in der Szene, Materialien, Licht, Skripte etc., so kann das Projekt gebaut (in Unity englisch: „build“) werden. Alle Inhalte werden dann so verarbeitet, dass es am Ende eine von Windows ausführbare Datei ergibt. Auch andere Plattformen wie die Betriebssysteme macOS, Android oder iOS können genutzt werden. Hierfür muss eine gesonderte ausführbare Datei (mit der entsprechend dahinterliegenden Ordnerstruktur) erstellt werden. Die vorliegende Präsentation wird als Windows-kompatible Version erstellt.

Diese verschiedenen Möglichkeiten bieten eine geeignete Grundlage für die Umsetzung des vorliegenden Projektes.

## 5.2. Aufbau der Präsentation

Damit ein möglichst breites Publikum angesprochen werden kann, soll der Aufbau der Präsentation klar strukturiert sein. Um die verschiedenen Inhalte voneinander abzugrenzen, erfolgt die Aufteilung der Inhalte mit den verschiedenen Methoden in mehreren Räumen. Jeder dieser Räume hat ein eigenes Thema, durch das er sich von den anderen unterscheidet. Der erste Entwurf eines zweistöckigen Gebäudes wird verworfen. Dieser Aufbau stellte sich als zu unübersichtlich dar. Auch war das Betreten mancher Räume nur nach dem Durchqueren vorheriger Räume möglich. Stattdessen wird ein Hauptraum (Oktagon) erstellt, von dem aus acht Gänge zu acht Räumen abgehen. Durch die räumliche Trennung (mit der dahinterliegenden Programmierung) kann die virtuelle Umgebung von der vorstellenden Person vorab durch eine Filterfunktion für die jeweilige Situation angepasst werden. Die Gänge zu den Räumen bleiben entweder geschlossen oder werden geöffnet und der dazugehörige Raum wird ein- oder ausgeblendet. Das Ausblenden von Räumen kann vor allem leistungsschwachen Computern helfen. Durch diese Anpassung kann der Benutzer gezielt in bestimmte Räume geführt werden um die entsprechenden Themen präsentiert zu bekommen.

Unity bietet nur eine begrenzte Anzahl an geometrischen Formen an, ein für die Präsentation benötigtes Achteck steht nicht zur Verfügung. Es müsste aus mehreren Objekten zusammengebaut werden, diese Option ist für die weitere Verwendung allerdings suboptimal. Besteht eine Fläche aus mehreren Objekten, so kann es passieren, dass die Materialien (Bodenbelag) nicht perfekt zueinander passen oder durch die Überlagerungen der Objekte störende Effekte auftreten. Aus diesem Grund wurde mit dem Programm „Blender“ eine achteckige Form erstellt, welche anschließend im Filmbox Format exportiert und in Unity importiert wurde. Für das vorliegende Projekt wurde ein helles Bodenparkett gewählt und die Wände sind dunklem Beton nachempfunden. Beide Materialien wurden aus dem Asset-Store von Unity importiert. Sowohl das Parkett (unityAssetStore 2021, Yughues Free Wooden Floor Materials) als auch der Beton (unityAssetStore 2021, Yughues Free Concrete Materials) sind dort als kostenlose Versionen angeboten. Es werden verschiedene Materialien mit dem gleichen Aussehen angelegt, jedoch mit unterschiedlichem „Tiling“. Dieses Tiling entscheidet darüber, wie oft sich ein vordefiniertes Muster wiederholt. Ein Raum, der drei Mal größer ist als ein anderer, braucht also ein größeres Tiling. Sonst würde sich das Erscheinungsbild im großen Raum verzerren, einzelne Leisten des Parkett-Fußbodens würden etwa drei Mal größer erscheinen (bei gleichem Tiling wie beim kleinen Raum).

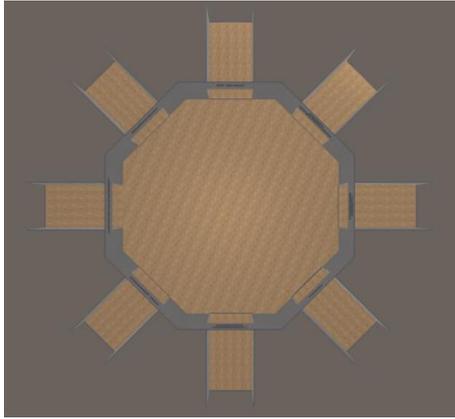


Abbildung 1: Hauptraum und Gänge ohne Decke aus der Vogelperspektive

Um eine möglichst gleichmäßige Beleuchtung zu gewährleisten, wird auf eine Umgebungsbeleuchtung zurückgegriffen, die die komplette Szene und somit jedes Objekt von allen Seiten mit derselben Farbe beleuchtet. Da jeder Raum in eine andere Himmelsrichtung zeigt, wird damit verhindert, dass bestimmte Objekte oder Beschriftungen über- bzw. unterbelichtet werden. Für einige Räume, wie etwa dem Stadtmodelle-Raum (Punkt 5.5.8.) oder dem Digitale Geländemodelle-Raum (Punkt 5.5.2.), wird eine zusätzliche Lichtquelle benutzt, hier wird die Abgrenzung einzelner Objekte und Gebäude des Level of Detail (LoD) 1 und LoD2 erst durch Schatten sichtbar, welche durch die vorprogrammierte Umgebungsbeleuchtung nicht entstehen würden. Auf die Rauminhalte wird im Kapitel 5.5. genauer eingegangen.

### 5.3. Grundlegende Steuerung

Der Benutzer erlebt die Präsentation aus der Egoperspektive, oft auch First-Person genannt. Zur Fortbewegung werden entweder die Tasten „W“, „A“, „S“, „D“ oder die Pfeiltasten auf der Tastatur benutzt. Mit der W-Taste kann man sich vorwärts, mit der S-Taste rückwärts bewegen, mit der A-Taste nach links und der D-Taste nach rechts. Die Pfeiltasten zeigen entsprechend ihre Richtung an.

Auch kann der Benutzer das Bewegungstempo erhöhen, indem er die linke Shift-Taste gedrückt hält. Diese Fortbewegung wurde in dem Skript „PlayerController.cs“ umgesetzt und basiert sowohl auf der Unity-Webseite zum Thema CharacterController (vgl. unity DOCUMENTATION, 2021 Character Controller), als auch auf den Youtube-Videos von „Acacia Developer“ zum Thema „[Unity] First Person Controller“.

Mit Hilfe der Taste „P“ wird der Benutzer zurück auf die Startposition im Hauptraum gesetzt. Die Tasten „ESC“, „U“ und „I“ öffnen und schließen drei verschiedene Elemente der Benutzeroberfläche, auf die unter 5.4. „Benutzeroberfläche“ eingegangen wird.

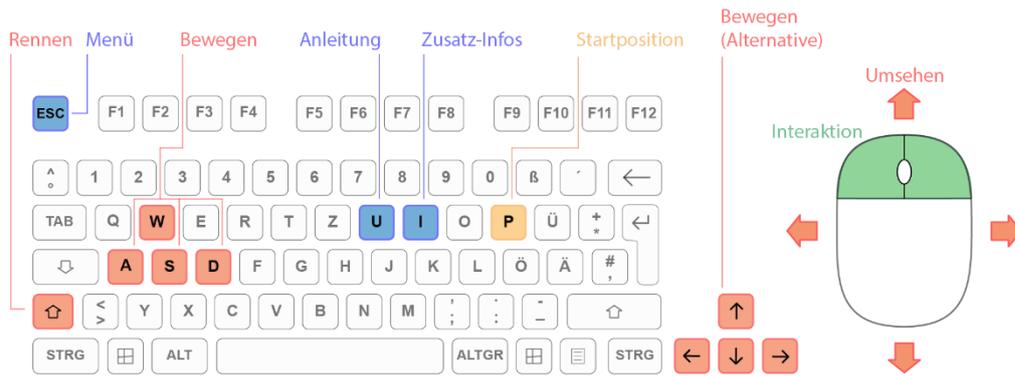


Abbildung 2: Visualisierung der Steuerung

In den Räumen kann sich mit Hilfe der Maus umgesehen werden. Eine Art Fadenkreuz bildet dabei immer den Mittelpunkt des Blickfeldes und hilft dem Benutzer, auf bestimmte Objekte zu zeigen. Wird damit auf ein Objekt gedeutet, mit welchem interagiert werden kann, so färbt sich das Fadenkreuz grün.



Abbildung 3: Fadenkreuz schwarz

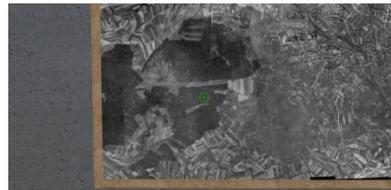


Abbildung 4: Fadenkreuz grün

Zu Beginn der Anwendung wird ein Bild eingeblendet, das dem Benutzer die Steuerung visuell darstellt (vgl. Abbildung 2). Alle Elemente, die mit der Bewegung und der Kamerabewegung zu tun haben, sind rot dargestellt. Alle Tastenbelegungen, die für die Benutzeroberfläche zuständig sind, sind blau markiert. Die Interaktion wird mit Hilfe der Maustasten grün visualisiert, hier wird eine Verknüpfung zu dem Fadenkreuz hergestellt, welches sich grün färbt, sobald eine Interaktion möglich ist. Der Knopf, welcher den Benutzer zurück zur Anfangsposition bringt, fällt aus den vorherigen Einteilungen raus, er bekommt deshalb mit gelb eine eigene Farbe zugewiesen.

## 5.4. Benutzeroberfläche

Zu Beginn der virtuellen Anwendung wird eine Grafik (wie in Abbildung 2 zu sehen) eingeblendet, die der Benutzer entweder durch Betätigen des „Weiter“-Knopfs auf dieser Grafik ausblenden kann, alternativ geschieht dies durch Drücken der „ESC“-Taste. Nun hat der Anwender die Möglichkeit, die Umgebung selbstständig zu erkunden. Eine Hilfestellung bietet dabei das Fadenkreuz, welches Aufschluss darüber gibt, ob die Interaktion mit einem Objekt möglich ist.

Des Weiteren kann der Benutzer die Taste „U“ drücken. Nun erscheint auf der linken Seite des Bildschirms, zwischen der Kamera und der Umwelt, ein transparenter schwarzer Hintergrund. Auf diesem Hintergrund befindet sich ein Text, der beschreibt, welche Möglichkeiten der jeweilige Raum bietet, mit welchen Gegenständen interagiert werden kann und welche Maustasten dafür benutzt werden. Dieser Text ändert sich automatisch, je nachdem in welchem Raum sich der Benutzer aufhält. In den Gängen wird kein Anleitungstext eingeblendet. Mit dem erneuten Drücken der Taste „U“ geht das eingeblendete Feld wieder weg.

Mit der Taste „I“ erscheint eine ähnliche Oberfläche wie auf der linken Seite, jetzt aber auf der rechten Seite des Bildschirms. Der Text auf dieser Seite erscheint erst, wenn der Benutzer einen der interagierbaren Gegenstände anvisiert. Nun findet der Benutzer in dieser Anzeige zusätzliche Informationen, wie Aufnahmedatum von Luftbildern, oder die Bodenpixelauflösung von 3D-Modellen. Dieser Text ändert sich ebenfalls automatisch, je nachdem welches Objekt anvisiert wird.

Der nächste Knopf, welcher eine Benutzeroberfläche einblendet, ist der „ESC“-Knopf, damit wird in der Mitte ein (Haupt-)Menü eingeblendet. Gleichzeitig wird das Fadenkreuz ausgeblendet und der Mauszeiger eingeblendet. Die Zeit der Anwendung wird angehalten, so lässt es sich vermeiden, während der Bedienung des Menüs mit Objekten zu interagieren. Zusammen mit den Anzeigen links und rechts ergibt sich ein dreigeteiltes Bild (vgl. Abbildung 5: Aktive Benutzeroberfläche im Hauptraum). Durch die transparenten Hintergründe hat der Benutzer seine Umgebung weiterhin im Blick, was vor allem bei den Anleitungen und Zusatzinformationen hilfreich ist.

Das Hauptmenü besteht aus vier Knöpfen. Der „Weiter“-Knopf schließt das mittlere Fenster wieder, blendet den Mauszeiger aus und aktiviert das Fadenkreuz. Der „ESC“-Knopf hat bei geöffnetem Menü dieselbe Funktion wie der eben beschriebene Knopf, sodass das Menü durch drücken von „ESC“ sowohl geöffnet als auch geschlossen werden kann. Der nächste Knopf ist der „Startpunkt“-Knopf. Dieser setzt die Position des Benutzers zurück auf die

Anfangsposition in der Mitte des Hauptraums. Dies kann der Anwender ebenfalls über einen Druck auf die Taste „P“ erreichen. Der dritte Knopf besitzt die Aufschrift „Optionen“.

Wird dieser betätigt, schließt sich das Hauptmenü und eine neue Oberfläche, das Optionen-Menü, wird eingeblendet. Der letzte Knopf, auf welchem „Beenden“ steht, schließt die Anwendung komplett und lässt den Benutzer zu Windows zurückkehren.

Während die linke oder die rechte Benutzeroberfläche eingeblendet wird, kann sich der Benutzer weiterhin bewegen. Deshalb wurden bewusst die transparenten Hintergründe gewählt. Wird hingegen das mittlere Menü aufgerufen, so kann sich der Benutzer nicht mehr bewegen, umschauen oder mit seiner Umgebung interagieren.

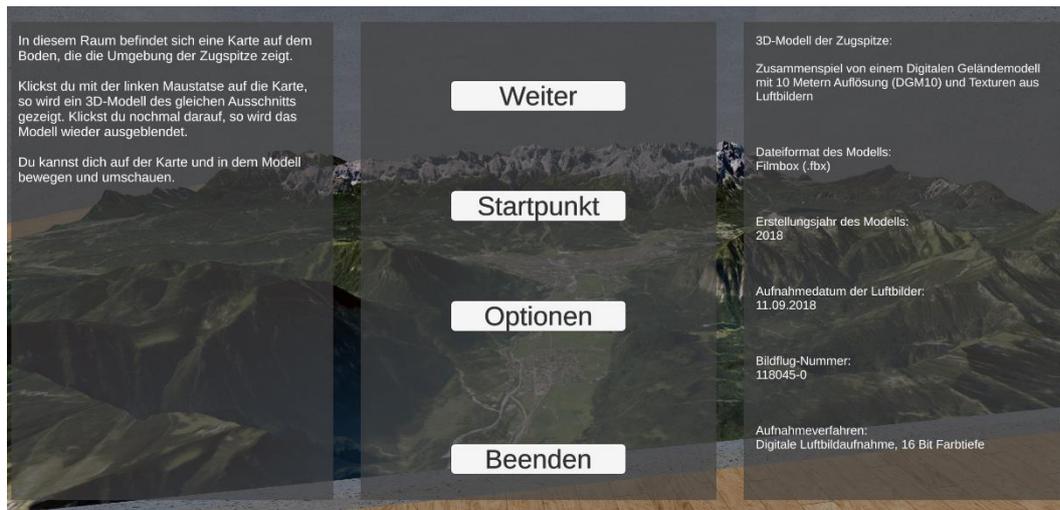


Abbildung 5: Aktive Benutzeroberfläche 3D-Modell-Raum

Drückt man im zuvor beschriebenen Hauptmenü den Optionen-Knopf, kommt man in das Optionen Menü. In dem Optionen-Menü befinden sich ebenfalls vier Knöpfe (vgl. Abbildung 6: Optionen-Menü). Der erste Knopf öffnet das Menü, mit dem die einzelnen Räume geöffnet und geschlossen werden können (vgl. Abbildung 8: Menü zum Öffnen und Schließen der Räume). Dieses Menü, zum Steuern der Räume, wird mit dem „Zurück“-Knopf, welcher in jedem Untermenü vorzufinden ist, geschlossen und das Optionen-Menü erscheint wieder. Der Knopf mit der Aufschrift „Reset“ setzt die komplette Anwendung zurück, die Präsentation startet am Anfang – im Hauptraum. Dies ist vor allem für die Räume „Orte platzieren“ und „Sehenswürdigkeiten“ wichtig. Die Aufgaben in diesen Räumen können einmal durchgespielt werden, danach erscheint jeweils ein Schriftzug, dass die Aufgaben erfolgreich absolviert wurden. Erst durch das Betätigen des Rest-Knopfs können diese neu angegangen werden. Wechselt nun also der Benutzer der Präsentation, so wird mit diesem Knopf automatisch alles für den neuen Benutzer vorbereitet.

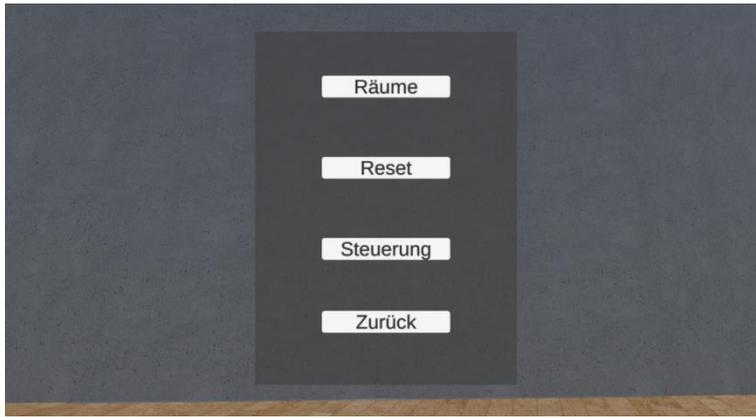


Abbildung 6: Optionen-Menü

Der nächste Knopf „Steuerung“ öffnet eine Grafik, die den kompletten Bildschirm abdeckt und eine Übersicht über die Steuerung bereithält (vgl. Abbildung 2: Visualisierung der Steuerung). Wird in dieser Übersicht der „Weiter“-Knopf (in der Abbildung ausgeschnitten) betätigt, so kehrt der Benutzer zur laufenden Anwendung zurück, alle Menüpunkte der Mitte werden geschlossen. Der letzte Knopf des Optionen-Menüs heißt „Zurück“. Mit diesem wird das Optionen-Menü geschlossen und das Hauptmenü geöffnet. Die „Zurück“ Knöpfe der einzelnen Menüs sitzen etwas höher als der „Beenden“-Knopf des Hauptmenüs. Dadurch wird verhindert, dass der Benutzer durch ein schnelles und wiederholtes Drücken der „Zurück“-Knöpfe ebenfalls den „Beenden“-Knopf betätigt und ungewollt die Anwendung schließt. Jeder dieser Menüpunkte kann mit der „ESC“-Taste geschlossen werden um direkt in die laufende Anwendung zurückzukehren.

## 5.5. Räume

Die Präsentation besteht neben dem Hauptraum aus acht weiteren Räumen. Der Benutzer startet in der Mitte des Hauptraumes, von wo aus er jeden der anderen geöffneten Räume betreten kann. Der Hauptraum besitzt wie bereits beschrieben eine achteckige Grundform. Jeder der anderen Räume besitzt entsprechend seines individuellen Themas eine eigene Form und Größe. Wie oben bereits erwähnt, kann in Unity entschieden werden, welche Räume betretbar sein sollen und welche nicht. Dafür wird die oben erwähnte Filterfunktion, ein so genanntes „Empty Object“ namens „Räume Ein/Aus“, erstellt. Zwar können später im Spiel einzelne Räume auch situationsabhängig geschlossen werden, jedoch dient die vorherige Eingrenzung in Unity durch die vorgefertigte Raumauswahl dem einfacheren Spielerwechsel.

Die „Empty Objects“ haben zunächst keine Funktion und dienen lediglich als Platzhalter. Sie können nun einerseits verwendet werden, um in ihnen weitere Objekte zu erstellen, damit eine Art Ordnerstruktur erzeugt wird. Andererseits können diese Objekte mit Inhalten gefüllt werden, um so zum Beispiel einen physischen Gegenstand im Projekt zu erschaffen. Wird einem „Empty Object“ nur ein Skript hinzugefügt, so gibt es keine sichtbaren Veränderungen in dem Projekt, das Skript kann aber dadurch aktiviert und ausgeführt werden. Natürlich gibt es auch Kombinationen aus physischen Objekten und Skripten, sowie zahlreiche weitere Möglichkeiten, Objekte mit Inhalt zu füllen. Dem Objekt „Räume Ein/Aus“ wird das Skript „Räume\_Ein\_Aus“ hinzugefügt. Dadurch ist es möglich, im Inspector-Fenster von Unity durch das Setzen oder Löschen eines Hakens zu entscheiden, welcher Raum später betreten werden kann.

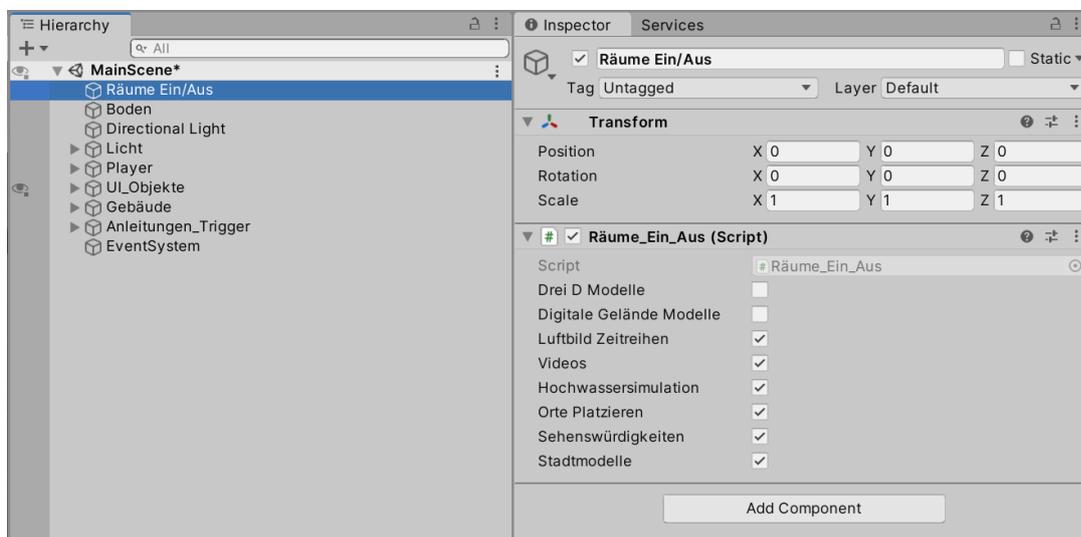


Abbildung 7: Auswahl der zu betretenden Räume

Der Vorteil dadurch ist, dass somit eine ausführbare Datei erstellt werden kann, die den Benutzer in der Präsentation nur in die gewünschten Räume leitet. Sollte es die Situation erfordern, bestimmte Räume noch während der Vorstellung der Präsentation zu ändern, so ist es über das Menü der Präsentation kurzfristig möglich. Drückt man den „ESC“-Knopf, so öffnet sich das Menü. Über den Menüpunkt „Optionen“ und anschließend „Räume“ lassen sich während der laufenden Präsentation noch Änderungen vornehmen.

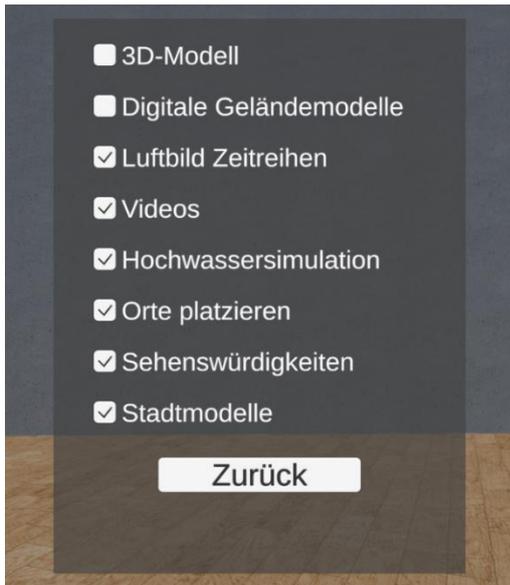


Abbildung 8: Menü zum Öffnen und Schließen der Räume

Um dies zu realisieren, spielen zwei verschiedene Skripte zusammen. Zum einen das Skript „Räume\_Ein\_Aus“ welches am fast gleichnamigen Objekt „Räume Ein/Aus“ angehängt ist und zum anderen das Skript „Menu\_Rooms“, welches am Objekt „Info\_Boxen“ zu finden ist. In dem Objekt UI\_Objekte befinden sich sämtliche Objekte, welche mit der Benutzeroberfläche, also dem User Interface (kurz UI), zu tun haben.

Im ersten Skript werden für jeden Raum zwei Variablen angelegt. Durch die erste Variable, das „public bool“, kann im Inspector ein Haken an bzw. ausgeschaltet werden (vgl. Abbildung 7 rechte Seite). Diese Auswahl wird später in der zweiten Variablen gespeichert. Das „public static“ als zweite Variable wird dafür genutzt, dass auf diese Variable von anderen Skripten aus zugegriffen werden kann, in diesem Fall vom Skript „Menu\_Rooms“ aus.

In diesem zweiten Skript werden für jeden Raum vier Variablen angelegt. In der ersten wird gespeichert, ob im Menü der Präsentation ein Raum aktiviert bzw. deaktiviert ist. In der zweiten wird ein Wand-Objekt gespeichert. Je nach Auswahl wird diese entsprechende Wand deaktiviert bzw. aktiviert und somit der Zugang geöffnet bzw. geschlossen. Die dritte Variable speichert nun die Überschrift über dem jeweiligen Zugang ab, um diese ebenfalls entsprechend des Zustands ein-/auszublenden. Die letzte Variable beinhaltet den Raum und dessen Inhalt, der je nach Einstellung vorhanden ist oder ausgeblendet wird.

Nun wird eine Funktion namens „RaumStart()“ aufgerufen. Hier wird eine if-Schleife durchlaufen, die überprüft, welchen Zustand der Boolean im Skript „Räume\_Ein\_Aus“ besitzt, also ob im Inspektor gewählt wurde, dass der jeweilige Raum offen/geschlossen sein soll. Je nachdem, wird anschließend die entsprechende Wand und die dazugehörige Überschrift aktiviert oder deaktiviert. Ebenfalls wird der dazugehörige Haken im Menü der Präsentation gesetzt. Diese Funktion wird genau einmal durchlaufen, da am Ende der entsprechenden Schleife die Variable „start“ auf „false“ gesetzt wird und somit die Bedingung zum Durchlaufen nicht mehr erfüllt ist. Im zweiten Teil des Skripts werden Funktionen erstellt, die der jeweiligen Raumauswahl im Optionen Menü der Präsentation zugeordnet sind (vgl. Abbildung 8: Menü zum Öffnen und Schließen der Räume). Sobald der Benutzer nun den Zustand ändert, also einen Haken setzt oder entfernt, wird ebenfalls der zugehörig Raum geöffnet oder geschlossen. Dadurch kann ein Benutzer selbst entscheiden, welche Räume er betreten will, jedoch wird eine solche Präsentation selten ohne Aufsicht verwendet, vor allem, wenn gezielt bestimmte Räume gezeigt werden sollen. Zusätzliche Maßnahmen, dieses Problem zu umgehen, wie ein verstecktes Menü oder ein passwortgeschützter Bereich im Menü, würden das Projekt unübersichtlicher und komplizierter machen. Sollte dieses Projekt dennoch ohne Aufsicht benutzt werden, so wird einem interessierten Anwender trotzdem nicht die Möglichkeit genommen, weitere Räume zu betreten, um die Vielfalt an Geodaten und deren Einsatzmöglichkeit zu erkunden.

### 5.5.1. 3D-Modell

In diesem Raum befindet sich die Karte der Umgebung der Zugspitze auf dem Boden. Der Benutzer kann auf diese Karte treten und sich umsehen. Wird diese Karte mit der linken Maustaste angeklickt, so wird ein dreidimensionales Modell des gleichen Ausschnitts eingeblendet. Auch in diesem Modell kann sich der Anwender bewegen und umsehen.



Abbildung 9: Karte des 3D-Raumes

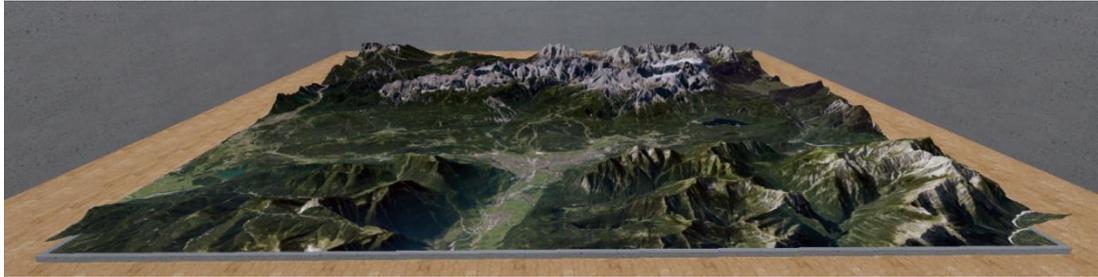


Abbildung 10: Aktives Modell des 3D-Raumes

Das dazugehörige Skript „DreiD\_Raum“ besteht aus wenigen Zeilen. Zunächst wird in einer Variablen das 3D-Objekt gespeichert und eine zweite Variable, ein Boolean, überprüft, ob das Modell aktiv ist. Je nachdem, ob es bereits aktiv ist oder nicht, wird es ein- oder ausgeblendet und der entsprechende Boolean verändert, sobald der Benutzer die Karte anvisiert und die linke Maustaste betätigt.

### 5.5.2. Digitale Geländemodelle

An der Rückseite dieses Raumes befinden sich mehrere Modelle, die einen Ausschnitt entlang der Altmühl in der Umgebung von Eichstätt darstellen. Auf einem Sockel, der am Boden steht, sieht der Benutzer einen kleineren und detaillierten Ausschnitt, an der Wand hängt ein größerer Ausschnitt. Die neun großen und kleinen Modelle sind Digitale Geländemodelle (DGM), die von links nach rechts in absteigender Auflösung (1m, 2m, 5m, 10m, 20m, 25m, 50m, 100m, 200m) vorzufinden sind. Auflösung heißt in diesem Fall Gitterabstand, der die Geländeformen der Erdoberfläche durch ein regelmäßiges Gitter in der Lage und in der Höhe beschreibt. Die Unterschiede sind hier exemplarisch aufgeführt.

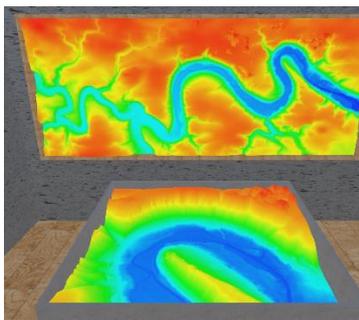


Abbildung 11: DGM 1m mit höhencodierter Farbschummerung

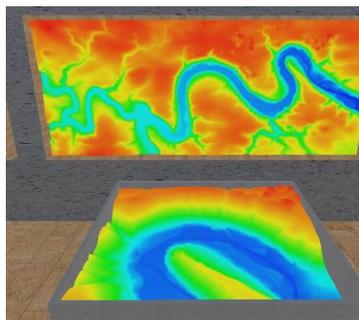


Abbildung 12: DGM 20m mit höhencodierter Farbschummerung

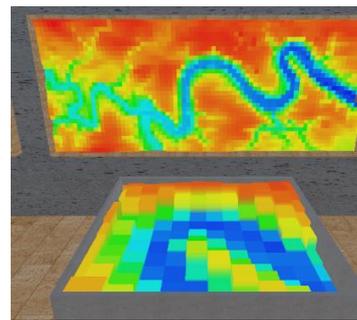


Abbildung 13: DGM 200m mit höhencodierter Farbschummerung

Zunächst wird auf die Oberflächen der DGMs eine höhencodierte Farbschummerung aufgetragen. Das bedeutet, dass die einzelnen Pixel des Modells je nach Höhe eine andere Farbe bekommen. So ergibt sich ein Farbverlauf von den niedrigsten blauen Punkten, wie die Wasseroberfläche, zu den höchstgelegenen roten Punkten (vgl. Abbildung 11 bis 13). Diese Ansicht kann der Benutzer mit einem Linksklick auf eines der Modelle ändern. Nach der Farbschummerung folgt ein Digitales Orthophoto (DOP) (vgl. Abbildung 14). Ein Orthophoto ist ein Bild, das die Erdoberfläche aus der Vogelperspektive betrachtet. Im Gegensatz zu einem normalen Luftbild ist es so korrigiert, dass jedes Objekt exakt von oben betrachtet wird. Würde man sich z. B. in einem Luftbild ein Hochhaus ansehen, welches sich nicht im Mittelpunkt des Bildes befindet, so würde man die Fassade des Hauses sehen können. Man nennt dies Umklappen. Das „Umklappen“ von hohen Objekten wie Häuser oder Türme sieht man bei einem Orthophoto nicht, hier würde man lediglich das Dach des Hauses erkennen können (vgl. Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung 2018, Kundeninformation - Digitales Orthophoto).

Als nächstes folgen eine Topographische Karte des Maßstabs 1:25.000 (TK25) (vgl. Abbildung 15), des Maßstabs 1:50.000 (TK50) (vgl. Abbildung 16) und abschließend 1:100:000 (TK100) (vgl. Abbildung 17). Maßstäbe wie die eben genannten werden eher für analoge Karten verwendet. Für digitale Anwendungen ist diese Maßstabsangabe kritisch zu betrachten. Ist der Benutzer an der TK100 angekommen und klickt nochmals auf ein DGM, so wird die ursprüngliche höhencodierte Farbschummerung angezeigt. Mit einem Klick auf die rechte Maustaste werden die verschiedenen Anzeigen in der anderen Richtung durchlaufen. So ist es möglich, durch abwechselndes Links- und Rechtsklicken zwei aufeinanderfolgende Anzeigen miteinander zu vergleichen.



Abbildung 14: DGM 1m mit einem DOP als Oberfläche

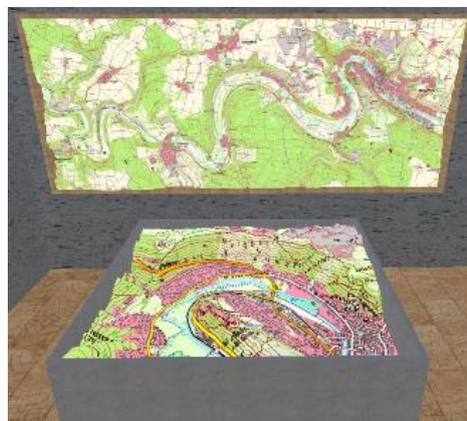


Abbildung 15: DGM 1m mit einer TK25 als Oberfläche



Abbildung 16: DGM 1m mit einer TK50 als Oberfläche



Abbildung 17: DGM 1m mit einer TK100 als Oberfläche

Der Raum wird durch das Skript „DGM“ gesteuert. In diesem Skript wird eine Vielzahl an Variablen zugeordnet, da es neun Modelle gibt. Jeweils als großer sowie als detaillierter Ausschnitt. Zusätzlich noch die Farbschummerungen je Modell, sowie DOP, TK25, TK50 und TK100. Die Zuweisung der Variablen mit den entsprechenden Objekten wird durch den Inspector in Unity umgesetzt. Zum Schluss wird eine Variable erstellt, die zum Zählen benutzt wird.

Zu Beginn hat dieser Zähler den Wert 1, klickt der Benutzer mit der linken Maustaste auf eines der Modelle, so wird der Zähler um 1 erhöht, bis dieser bei 5 angekommen ist. Bei dem nächsten Klick springt der Zähler wieder auf 1. Mit einem Rechtsklick wird diese Reihenfolge umgedreht (1, 5, 4, 3, 2, und wieder 1). Nun wird im Skript überprüft, welche Zahl aktiv ist und entsprechend dieser Zahl wird entweder die höhencodierte Farbschummerung (1) aktiviert, das DOP (2), die TK25 (3), die TK50 (4) oder die TK100 (5).

### 5.5.3. Luftbild Zeitreihen

In diesem Raum kann die zeitliche Entwicklung vier verschiedener Orte betrachtet werden. Die Grundform dieses Raumes stellt ein Pentagon dar, eine Seite für den Eingang und jeweils eine Seite für die unterschiedlichen Orte. Diese sind Bamberg, Lindau, Regensburg und der Flughafen München. Von jedem dieser Örtlichkeiten gibt es ein Luftbild an der Wand und eines am Boden. Durch das Foto an der Wand kann der Betrachter einen Überblick über die gesamte Szene bekommen. Das Bild am Boden eignet sich gut, um eine Bildstelle im Detail anzuschauen. Das einleitende Luftbild ist dabei die älteste Luftbildaufnahme. Es wurde versucht, möglichst für alle Orte zeitlich nahe beieinanderliegende Bilder zu finden.

Der nachfolgenden Tabelle sind die Jahreszahlen zu entnehmen:

Tabelle 2: Städte und Jahreszahlen der Luftbild Zeitreihen

Ort	Bild 1	Bild 2	Bild 3	Bild 4	Bild 5
Bamberg	1945	1963	1996	2005	2019
Lindau	1945	1966	1998	2003	2020
Regensburg	1945	1963	1996	2004	2019
Flughafen München	1981	1987	1993	2003	2020

Die Bilder aus dem Jahr 1945 stammen aus Überflügen der alliierten Streitkräfte des zweiten Weltkrieges. Die Luftaufnahmen der Jahre 1963 und 1966 stammen aus nicht turnusmäßigen Befliegungen und die weiteren Bilder stammen von der „Bayernbefliegung“. Für die Städte wurden möglichst gleiche zeitliche Abstände verwendet. Für den Flughafen München wurden andere zeitliche Abstände gewählt, da auf den Luftbildern erst ab dem Jahr 1981 große Veränderungen zu sehen sind. Für die anderen vier Bereiche ist es nicht möglich, Bilder aus den exakt gleichen Jahren zu erhalten. Dies hat mit der Organisation der „Bayernbefliegung“ zu tun. Die „Bayernbefliegung“ ist ein systematisches und turnusmäßiges Befliegungsprogramm der BVV, die seit 1987 stattfindet und Bayern in mehrere Regionen aufteilt. Jedes Jahr wird einer dieser Bereiche überflogen um daraus Orthophotos abzuleiten. Die Fluggebiete wurde kontinuierlich erweitert. Seit 2017 wird Bayern in zwei Hälften geteilt – in Nordbayern und Südbayern.



Abbildung 18: Befliegungsprogramm ab 1987



Abbildung 19: Befliegungsprogramm ab 2003

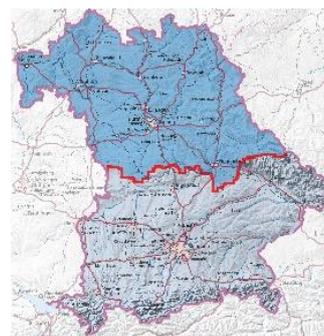


Abbildung 20: Befliegungsprogramm ab 2017

(vgl. LDBV Referat 85 Luftbildmessung und Fernerkundung o. J.)

Zeigt nun der Betrachter auf eines der Luftbilder in der Anwendung, gleichwertig auf dem Boden oder auf der Wand und drückt die linke Maustaste, so wird das nächst aktuellere Bild eingeblendet. Wird die rechte Maustaste betätigt, so wird das Bild aus dem vorherigen Jahr angezeigt. Welches Jahr augenblicklich zu sehen ist, wird über einen hervorgehobenen Knopf am oberen Rand der Bilder dargestellt.



Abbildung 21: Luftbild Zeitreihe von Regensburg (2004)

Über insgesamt fünf Bilder kann sich der Benutzer so zum aktuellen Luftbild vorarbeiten und die zeitliche Veränderung entdecken. Alternativ kann auch einer der Jahreszahl-Knöpfe direkt angeklickt werden, um ein bestimmtes Foto anzuzeigen. Damit der Raum und die Anwendung überschaubar bleiben, wurde vorab eine Auswahl der angezeigten Bilder getroffen.

Jeder Ort wird von seinem eigenen Skript gesteuert. Die Namen der Skripte sind der jeweilige Ortsname mit einem angehängten „\_Zeitreihe“, also z. B. „Bamberg\_Zeitreihe“. Diese Skripte wurden an das entsprechende Objekt unter Gebäude / Zeitreihen angefügt. In jedem Skript werden je fünf Variablen für Bilder sowie die Jahreszahl-Knöpfe erstellt. In den Bild-Variablen werden die Bilder an der Wand und am Boden aus dem entsprechenden Jahr gespeichert, in den Button-Variablen erfolgt die Speicherung der Knöpfe an der Wand.

Nun wird lediglich in if-Schleifen überprüft, welches Bild gerade aktiv ist, also welcher dazugehörige „Collider“ anvisiert wird und welche Maustaste gedrückt wird. Je nach Kombination aus Collider und Maustaste, wird das nächste oder vorherige Jahr angezeigt. Dafür werden diese Bilder aktiviert und alle anderen Bilder deaktiviert, sowie der dazugehörige Knopf hell hervorgehoben und die anderen verdunkelt. Mit dem gleichen Prinzip können auch die Bilder durch einen Mausklick auf einen der Jahreszahlknöpfe geändert werden.

Solche Anwendungen können zum Beispiel in der Landentwicklung und Planung herangezogen werden. Oft werden vor allem die historischen Bilder aus den Jahren des zweiten Weltkriegs zur Kampfmittelbeseitigung von Blindgängern benutzt.

#### 5.5.4. Videos

Die BVV stellt für besondere Ereignisse, wie etwa dem 70. Jahrestag des Luftangriffs auf Würzburg, Daten zur Verfügung. Im Laufe der Jahre sind dabei zahlreiche Animationen entstanden, welche entsprechend den Anlässen gefertigt wurden. Um einen Einblick in solche Arbeiten zu bekommen, wird dieser Raum entworfen. Hier werden sechs verschiedene Animationen an die Wände projiziert. Wird der Raum betreten, so sind die drei linken Animationen von der BVV. Die drei rechten Animationen wurden von Herrn Martin Stobbelaar im Zuge seiner Bachelorarbeit an der Hochschule für angewandte Wissenschaften München im Studiengang Kartographie und Geomedientechnik entworfen, die Betreuer waren hierbei Herr Prof. Dr. Wilfried Hagg und Herr Prof. Dr. Markus Oster. Die Videos wurden als kooperierendes Projekt zur Verfügung gestellt. Dabei ist zu sehen, wie sich diverse Gletscher der Alpen im Laufe der Jahre entwickelt haben. Einige zugrundeliegenden Daten der Bayerischen Alpen wurden dabei von der BVV zur Verfügung gestellt. Weitere stammen von der Webseite „<http://www.bayerische-gletscher.de>“. Zunächst sind nur Standbilder zu sehen, doch mit einem Linksklick auf das jeweilige Bild startet die Animation. Mit einem weiteren Linksklick kann das Video wieder angehalten werden, um sich beispielsweise die momentane Szene genauer anzuschauen.



Abbildung 22: linke Seite des Animations-Raumes



Abbildung 23: Rechte Seite des Animations-Raumes

Dieser Raum wird durch das Skript „Animationen“ gesteuert. Zunächst wird jede Animation in einer VideoPlayer-Variablen gespeichert. Anschließend wird für jede Animation eine Boolean-Variable angelegt, welche benutzt wird, um abzuspeichern, ob die Animation pausiert oder nicht. Zuletzt wird noch eine weitere Integer-Variable erstellt. Zu Beginn der Präsentation werden die Animationen abgespielt und erst wenn der Zähler den Wert 65 erreicht hat, wird die Animation pausiert. Dieser Teil wird in der „Update()“-Funktion ausgeführt. Diese Funktion wird jeden Frame durchlaufen und bei einer für Desktopanwendungen üblichen Anzahl von 60 Frames per Seconds wird die Animation etwas über eine Sekunde angespielt. Ohne dieses Vorgehen würden die Animationen nur eine schwarze Fläche abbilden, bis sie das erste Mal gestartet werden. Die Zahl 65 hat sich dabei durch wiederholte Tests der Anwendung ergeben. Erst wurde mit einer deutlich kleineren Zahl begonnen, dort sind, vor allem nach dem Benutzen des Reset-Knopfes, weiterhin schwarze Flächen erschienen. Mit der final ermittelten Zahl erhält der Benutzer beim Betreten des Raumes ein ordentliches Standbild der jeweiligen Animation (siehe Abbildungen 22 und 23).

Im zweiten Teil des Skripts wird nun überprüft, ob eine Animation pausiert oder nicht. Je nachdem wird diese bei einem Linksklick auf das Objekt abgespielt oder pausiert.

### 5.5.5. Hochwassersimulation

Wird dieser rechteckige Raum betreten, so fällt einem das dreidimensionale Modell der Stadt Passau auf. Der Anwender kann sich in dieses Modell hinein bewegen und sich dort im Detail umschauen. Um einen besseren Überblick über die gesamte Innenstadt Passaus zu bekommen, stehen dem Benutzer zwei Rampen zur Verfügung. Wie in Abbildung 24 zu sehen ist, beginnen diese grauen Betonrampen kurz nach dem Eingang und befinden sich links und rechts des Raumes.

Oben angekommen, kann eine Glas-Plattform betreten werden, durch welche die Szene dann aus der Vogelperspektive betrachtet wird. Geht der Benutzer nach dem Betreten des Raumes zwischen den Rampen hindurch, so gelangt er zum Stadtmodell.

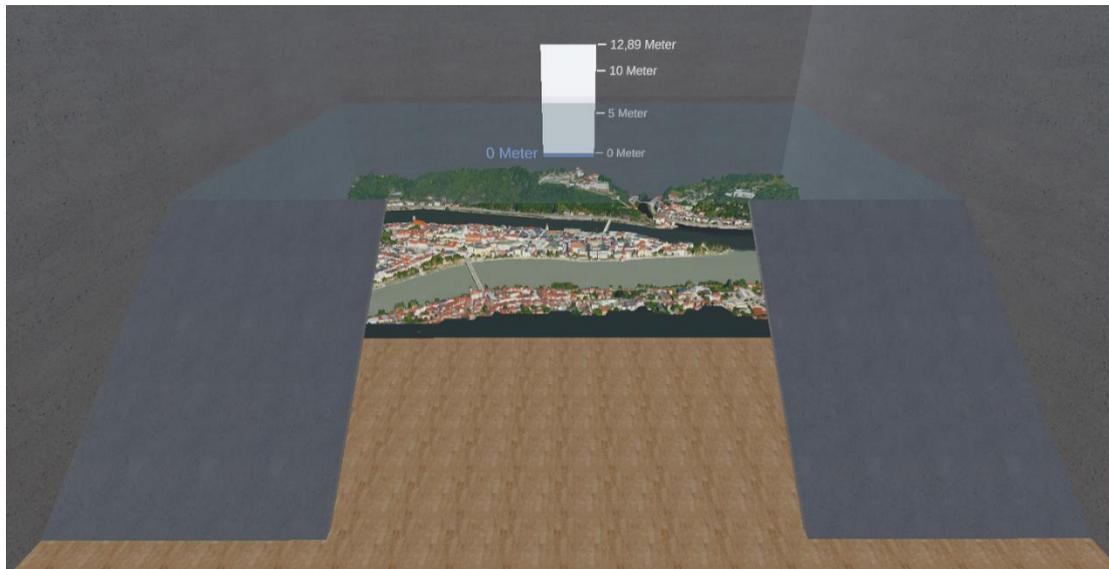


Abbildung 24: Übersicht Hochwassersimulation

Zeigt der Benutzer auf das Passau-Modell und betätigt seine linke Maustaste, so steigt der Wasserpegel um 0,5 Meter. Der Wasserstand kann nun schrittweise so lange angehoben werden, bis der Höchststand (12,89 Meter) vom 03.06.2013 erreicht wurde, wie aus der Webseite des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern hervorgeht (vgl. Bayerisches Landesamt für Umwelt 2021, Gewässerkundlicher Dienst Bayern, Wasserstand).

Den Pegel kann der Anwender mit der rechten Maustaste in denselben 0,5 Meter Schritten wieder absenken. Der aktuelle Pegelstand wird an der Rückwand großflächig angezeigt und der Betrachter kann folglich die Veränderung des Wasserstands mit dessen Auswirkungen auf das Gebiet ablesen. Zusätzlich wird der aktuelle Wasserstand neben dem Fadenkreuz angezeigt, damit hat der Benutzer den Wasserstand immer fest im Blick.

Im Hintergrund wird hier das Skript „Hochwasser“ ausgeführt. Hier werden zunächst drei Objekte abgespeichert. Die Wasseroberfläche, welche ansteigen kann, der Wasserpegel, welcher an der Rückseite visualisiert wird, und die dazugehörige Schrift, welche den aktuellen Stand anzeigt. Die Schrift wird zusätzlich als Text-Variable angelegt, damit der Inhalt bei jeder Pegeländerung angepasst werden kann.

Da der Pegel zusätzlich neben dem Fadenkreuz angezeigt wird, werden die entsprechenden Objekte und Texte ebenfalls zugewiesen. Eine weitere Variable speichert den aktuellen Pegelstand als Zahl ab und die letzte Variable ist ein Multiplikator.

Dieser dient dazu, einen Meter Veränderung in der realen Welt in eine Koordinatenänderung in Unity umzurechnen. Hierfür wurde zum einen ein Punkt auf der Wasseroberfläche im Normalzustand (also 0 Meter) abgegriffen und ein weiterer an der von der BVV gesetzten Markierung des Hochwassers vom 03.06.2013, also bei 12,89 Meter. Zwischen der realen Distanz und der virtuellen Distanz in Unity wurde ein Umrechnungsfaktor ermittelt. Da diese Messung der Strecken in Unity relativ ungenau ist, wird eine zusätzliche Strecke abgegriffen. Werden die Daten von zwei Messungen genommen und errechnet man den Mittelwert der beiden Ergebnisse, hat ein möglicher Messfehler eine geringere Auswirkung. Es werden nun zusätzlich im Modell von Passau sowohl die Koordinaten eines Punkts am Boden vor dem St. Stephans Dom als auch die eines Punkts an der Spitze eines Turmes aufgenommen. Dieser Turm ist 69 Meter hoch (vgl. kirchbau.de 2021, Passau: kath. Dom St. Stephan). Aus diesen Maßen wird ebenfalls ein Umrechnungsfaktor erzeugt und zusammen mit dem vorherigen Faktor gemittelt. Somit ergibt einen Meter Höhenunterschied in der realen Welt einen Unterschied von 0,015 in der Y-Koordinate von Unity.

Nun wird festgelegt, welche Ausgangsposition die Wasseroberfläche zu Beginn der Präsentation hat und dass der dazugehörige Pegel null Meter ist.

In der Update Funktion des Skripts wird überprüft, ob der Pegelstand neben dem Fadenkreuz angezeigt werden soll. Der dazugehörige Boolean wird durch das Skript „Trigger\_Hochwasser“ beim Betreten des Raumes auf „true“ und beim Verlassen auf „false“ gesetzt.



Abbildung 25: Aktueller Pegelstand neben dem Fadenkreuz

Das Skript „Hochwasser“ überprüft anschließend, ob das Modell von Passau angezielt wird, die linke Maustaste betätigt wird und das Modell der Wasseroberfläche eine bestimmte Grenze nicht überschritten hat. Dies ist wichtig, da die Wasseroberfläche bis zu einem Pegel von 12,5 Metern in gleichmäßigen 0,5 Metern Schritten steigt.

Der nächste Schritt ist nur eine Änderung von 0,39 Metern, um somit den bisherigen Höchststand von 12,89 Metern zu erreichen. Ob die Grenze von 12,5 Metern erreicht ist, wird durch die Position der Wasseroberfläche der Präsentation abgefragt (letzte Bedingung der if-Schleife).

Liegt der Pegel unter den 12,5 Metern, wird die Wasseroberfläche in der Präsentation angehoben. Die Anzeige an der Rückseite des Raumes wird ebenfalls verändert. Der blaue Balken, welcher den Pegel repräsentiert, wird zunächst vergrößert und anschließend verschoben. Die Zahl, welche den aktuellen Pegelstand speichert, wird um die entsprechenden 0,5 Meter erhöht. Die Schrift neben dem blauen Balken wird auf dieselbe Höhe gesetzt und der neue Pegelstand angezeigt. Zuletzt wird noch die Anzeige neben dem Fadenkreuz aktualisiert.

Die nächste Schleife dieses Skripts überprüft anschließend, ob der Pegel bei 12,5 Metern ist und ändert die Werte darin so ab, dass der nächste Sprung nur 0,39 Meter betrifft. Nun folgen zwei weitere Schleifen, die überprüfen, ob das Modell angezeigt und die rechte Maustaste betätigt wird. Falls ja, wird bei einem Pegel von 12,89 Metern in der ersten Schleife der Pegel auf 12,5 Meter gesenkt, ab dann in der zweiten Schleife jeweils um 0,5 Meter bis der Wasserstand seine ursprünglichen 0 Meter erreicht hat.

Hochwassersimulationen werden genutzt, um potenzielle Überschwemmungsgebiete rechtzeitig zu erkennen und entsprechend Präventionsmaßnahmen zu ergreifen.

### 5.5.6. Orte platzieren

In diesem Raum befindet eine Karte von Bayern auf dem Boden. An der gegenüberliegenden Wand des Eingangs steht eine gesuchte Stadt. Nun kann der Anwender auf der Karte von Bayern per Linksklick eine Markierung setzen, von dem der Anwender meint, die gesuchte Stadt sei dort. Dieser wird als roter Punkt auf der Karte angezeigt. Dieser Punkt kann so lange neu gesetzt werden, bis die gewünschte Stelle getroffen wurde. Nach dem Setzen der Markierung wird ein Knopf mit der Aufschrift „Entfernung überprüfen“ farblich hervorgehoben, um anzuzeigen, dass dieser mit der linken Maustaste aktiviert werden kann. Wird dieser Knopf gedrückt, erfährt der Benutzer die Entfernung zwischen seiner gesetzten Markierung und der gesuchten Stadt. Die Position der gesuchten Stadt wird dabei als Punkt in Lila auf der Karte angezeigt. Die Distanz in der Anwendung wird anschließend automatisch umgerechnet und der Benutzer sieht, wie viele Kilometer in der realen Welt zwischen diesen Punkten liegen würde.

Hierfür wurden sowohl auf der Internetseite Google Maps (vgl. Google Maps 2021) als auch auf der Seite BayernAtlas (vgl. Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat o. J. BayernAtlas) drei möglichst große Strecken gemessen und gemittelt. An die Enden der jeweiligen Messstrecken wurden in Unity Punkte gesetzt und deren Lagekoordinaten abgegriffen.



Abbildung 26: Erste gemessene Strecke im Bayernatlas



Abbildung 27: Zweite gemessene Strecke im Bayernatlas



Abbildung 28: Dritte gemessene Strecke im Bayernatlas



Abbildung 29: Erste gemessene Strecke in Google Maps



Abbildung 30: Zweite gemessene Strecke in Google Maps



Abbildung 31: Dritte gemessene Strecke in Google Maps

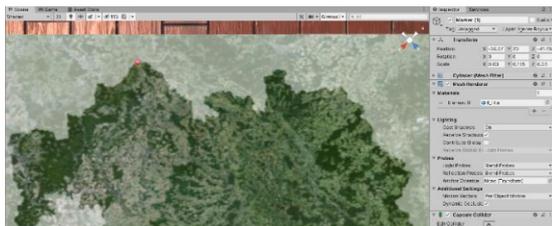


Abbildung 32: Anfangspunkt der ersten Streckenmessung in Unity

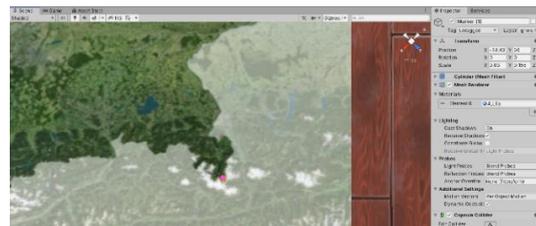


Abbildung 33: Endpunkt der ersten Streckenmessung in Unity

Anschließend wird die Strecke zwischen den Koordinaten berechnet. So ergeben sich drei Streckenpaare, jeweils bestehend aus der gemittelten realen Strecke und der Strecke aus den Unity Koordinaten. Für jede dieser Paare wird ein Umrechnungsfaktor berechnet. Um am Ende auf einen möglichst wenig fehlerbehafteten Umrechnungsfaktor zu kommen, werden die drei einzelnen Faktoren wieder gemittelt. Jetzt kann die Distanz in Unity zwischen zwei Punkten möglichst genau in eine Kilometerangabe umgerechnet werden. Anzeigt wird diese Distanz sowohl unter der gesuchten Stadt als auch direkt neben der vom Benutzer gesetzten Markierung. Letztere ist dabei immer so gedreht, dass der Benutzer die Schrift von jeder Position aus lesen kann. Nachdem der Knopf zur Überprüfung der Entfernung angeklickt wurde, wird dieser wieder deaktiviert und der Benutzer kann keine weiteren Markierungen setzen. Dafür wird der zweite Knopf mit der Aufschrift „Nächste Stadt“ freigeschaltet.



Abbildung 34: Ausschnitt aus dem Raum "Orte platzieren" nach der Überprüfung der Entfernung zur ersten gesuchten Stadt

Mit einem Klick auf diesen Knopf wird die nächste gesuchte Stadt an der Wand angezeigt. Die Suche nach dieser Stadt erfolgt nun nach demselben Muster. Wurden alle Städte einmal geraten, wird zum Schluss nochmals die Position aller Städte inklusive einer Beschriftung angezeigt. Anstelle einer gesuchten Stadt taucht an der Wand der Schriftzug „Alles Erraten!“ auf. Es gibt zwei Hintergrundkarten, zwischen denen gewählt werden kann. Das Luftbildmosaik, welches am Anfang zu sehen ist und eine höhencodierte Farbschummerung. Während der Benutzer die Karte anvisiert, kann mit einem Klick auf die rechte Maustaste zwischen beiden Karten gewechselt werden.



Abbildung 35: Bild der Bayernkarte nachdem alle Städte geraten wurden

Zu diesem Raum findest du das Skript „Orte\_Raten“. Zunächst werden alle Variablen deklariert und wenn nötig, im Inspector von Unity die entsprechenden Objekte zugeordnet. In der „Start()“ Funktion werden die nicht benötigten Objekte, wie etwa Markierungen aller Städte, ausgeblendet. In der Variablen „gesuchteStadt“ wird die Position der zu Beginn gesuchten Stadt abgespeichert. Mit Hilfe von zwei Boolean-Variablen, gesperrt\_links und gesperrt\_rechts, wird gesteuert, ob der linke bzw. rechte Knopf gedrückt werden kann. Zuletzt werden diese Knöpfe in einer dunklen Farbgebung dargestellt, da sie zu Beginn der Präsentation nicht aktiv sind.

Nun folgt die „Update()“ Funktion, in der als erstes der Text neben der vom Benutzer gesetzten Markierung um einen Winkel gedreht wird, der dem Winkel der Kamera des Benutzers entspricht. Hierdurch dreht sich diese Schrift zusammen mit der Kamera und ist von jeder Position aus lesbar.

Die darauffolgenden Schleifen überprüfen anhand einer Zahl, welche Stadt gerade gesucht werden soll und setzt die Variable „gesuchteStadt“ auf diese Position und ändern den Namen der Stadt an der Wand.

Als nächstes wird überprüft, ob der Anwender auf die Karte zielt, die linke Maustaste drückt und zusätzlich der rechte Knopf deaktiviert ist (entweder zu Beginn oder nachdem die nächste Stadt gesucht wird). Ist dies alles der Fall, so wird der rote Marker, welchen der Benutzer setzen kann, aktiviert und an die Stelle gesetzt, auf die gezielt wird. Ebenso wird der linke Knopf heller dargestellt und der entsprechende Boolean so geändert, dass er angeklickt werden kann.

Nun folgt eine Schleife, in der überprüft wird, ob die Voraussetzung erfüllt ist, den linken Knopf anzuklicken und die Markierung auf das Luftbild gesetzt werden darf. Treffen diese Bedingungen zu, so wird eine Distanz zwischen dem vom Spieler gesetzten Marker und der gesuchten Stadt ermittelt. Diese Distanz wird mit Hilfe des Umrechnungsfaktors in Kilometer berechnet und anschließend gerundet, sodass es keine Nachkommastellen gibt. Der lila Punkt, welche die gesuchte Stadt repräsentiert, wird angezeigt und der Benutzer sieht, wo sich die gesuchte Stadt befindet. Die Schrift neben der vom Anwender gesetzten Markierung wird eingeblendet und die Entfernung in Kilometer angegeben. Diese Entfernung wird ebenfalls an der Wand unter dem Namen der gesuchten Stadt angezeigt. Nun wird der linke Knopf ausgegraut, der rechte Knopf hervorgehoben und die Booleans erneut angepasst. Nun kann der Benutzer keine neue Markierung setzen, sondern sich sein Ergebnis in Ruhe anschauen.

Die nächste Schleife überprüft, ob der rechte Knopf angeklickt ist und angeklickt werden kann. Dies ist nach der vorherigen Schleife der Fall, also nachdem eine Entfernung überprüft wurde. In dieser finalen Schleife wird die lila Markierung der gesuchten Stadt ausgeblendet und der rechte Knopf ebenfalls wieder verdunkelt. Der Boolean „gesperrt\_recht“ wird wieder auf „true“ gesetzt, damit der Knopf nicht erneut gedrückt werden kann. Der Zähler zum Überprüfen, welche Stadt aktuell aktiv ist, wird um 1 erhöht. Sowohl der Text neben der vom Benutzer gesetzten Markierung als auch die Markierung selbst werden ausgeblendet. Die Kilometerangabe an der Wand wird durch den Schriftzug „...“ ersetzt. Somit kann der Anwender nun die nächste Stadt suchen.

In der letzten Schleife wird nun überprüft, welche Hintergrundkarte momentan aktiv ist und wechselt diese bei einem Rechtsklick.

### 5.5.7. Sehenswürdigkeiten

In diesem hexagonalen Raum werden fünf verschiedenen bayerische Stadtkerne an die Wände geworfen. Hier handelt es sich um Augsburg, München, Nürnberg, Regensburg und Würzburg. Auf diesen Bildern sind jeweils sieben Markierungen in lila zu sehen, die die Sehenswürdigkeiten der Städte einkreisen. Diese Kreise wurden mit Hilfe des Programms „Blender“ erstellt und in Unity importiert. Die Sehenswürdigkeiten sind so gewählt, dass sie einen Bereich um den Stadtkern herum zu finden sind. In einem Schriftzug über dem Bild ist die jeweilige Stadt vermerkt, sowie eine dort gesuchte Sehenswürdigkeit.



Abbildung 36: Sehenswürdigkeiten Raum Wand von Augsburg

Geht der Anwender näher an das Bild heran, erscheinen die gleichen Informationen auch rechts und links neben dem Bild. Dies liegt daran, dass die Angaben neben der Aufnahme besser lesbar sind als darüber. Nun kann der Benutzer auf die lila Markierung klicken, von der er denkt, dass sie die gesuchte Tourismusattraktion umkreist. Ist seine Antwort falsch, so

ändert der Kreis seine Farbe von lila zu rot und es kann weitergeraten werden. Liegt der Benutzer allerdings richtig, wird der Kreis für wenige Sekunden grün.

Danach werden alle Kreise, sowohl der richtig geratene als auch die falsch geratenen Kreise, wieder lila und die nächste gesuchte Sehenswürdigkeit wird angezeigt. Nachdem alles korrekt erraten wurde, werden alle Kreise dauerhaft grün markiert und dem Nutzer wird mitgeteilt, dass alles richtig erraten wurde.

Diese Suche wird für jede Stadt von einem eigenen Skript gesteuert und diese haben jeweils den Namen der Stadt mit einem vorangestellten „Quiz\_“, also z. B. „Quiz\_Augsburg“. Zunächst werden alle lila Kreise, welche die Sehenswürdigkeiten umkreisen, in Objekt-Variablen abgespeichert. Der Text über dem Bild und die Texte links und rechts neben dem Bild, die die aktuell gesuchte Sehenswürdigkeit anzeigen, werden ebenfalls in Variablen gespeichert. Die Zuweisung von diesen und Unity Objekten findet über den Inspector statt. Dazu wird ein weitere Variable namens „nameDerSehenswürdigkeit“ erstellt, in der der Name der aktuellen Sehenswürdigkeit abgespeichert wird. In der Variablen „count“ wird eine Ganzzahl abgespeichert, mit der überprüft wird, welche Sehenswürdigkeit gesucht wird. Zusätzlich werden zwei Gleitkommazahlen deklariert, die dazu genutzt werden, nach einer richtig erratenen Sehenswürdigkeit 1,3 Sekunden verstreichen zu lassen, bis die nächste Sehenswürdigkeit gesucht werden soll. Zu guter Letzt wird noch ein Boolean „richtigGeraten“ angelegt, welcher angibt, ob die gesuchte Sehenswürdigkeit richtig geraten wurde.

In der „Start()“ Funktion wird alles soweit vorbereitet, dass der Benutzer starten kann. Die Zahl, welche bestimmt welche Sehenswürdigkeit gesucht wird, wird dementsprechend auf 1 gesetzt. Alle Kreise werden lila gefärbt. Der Boolean „richtigGeraten“ wird auf „false“ gesetzt, da zu Beginn nichts richtig erraten sein kann. In der „Update()“ Funktion, welche im Laufe des Spiels kontinuierlich abgefragt wird, werden zunächst die Funktionen „Frage1()“ bis „Frage7()“ durchlaufen, also pro Sehenswürdigkeit eine.

In diesen zuletzt genannten Funktionen wird überprüft, ob z. B. bei „Frage1()“ die erste Sehenswürdigkeit angeklickt wird. Ist dies nicht der Fall, wird abgefragt, ob eine der anderen Sehenswürdigkeiten angeklickt wurde. Falls ja, wird der lila Kreis dieses (falschen) Objekts rot gefärbt. Falls die korrekte Sehenswürdigkeit angeklickt wurde, wird der dazugehörige Kreis zunächst grün gefärbt. Eine Zeit wird gespeichert, die 1,3 Sekunden vor der jetzigen Zeit liegt und der Boolean „richtigGeraten“ wird auf „true“ gesetzt.

Nun wird in „Update()“ eine Schleife durchlaufen, die überprüft, ob richtig geraten wurde und die 1,3 Sekunden verstrichen sind. Falls ja, wird die Funktion „Weiter()“ ausgeführt. Diese ermittelt, ob ein Zähler kleiner oder gleich 7 ist, also noch eine Frage offen ist. Ist dies der Fall, so werden alle Kreise erneut lila gefärbt und „richtigGeraten“ wird wieder „false“.

Für den Fall, dass der Zähler 8 erreicht, sind alle Sehenswürdigkeiten erraten und alle Kreise werden grün markiert, um das Ende zu signalisieren. Nach der Funktion „Weiter()“ wird noch eine letzte Funktion mit dem Namen „Namensänderung()“ durchlaufen. In dieser wird abgefragt, welche Zahl der Zähler hat, also welche Sehenswürdigkeit gesucht werden soll. Je nachdem wird „nameDerSehenswürdigkeit“ geändert und somit der Schriftzug, den der Benutzer in dem interaktiven Programm sieht. Hat der Zähler wiederum 8 erreicht, wurde alles richtig erraten, der Schriftzug „Alles Erraten“ wird angezeigt. Nun weiß der Benutzer, dass er alles erraten hat.

### 5.5.8. Stadtmodelle

Dieser Raum hat einen ähnlichen Aufbau wie der Raum der Hochwasserwassersimulation. Nach dem Betreten kann der Benutzer entweder geradeaus Richtung Modell gehen, oder links und rechts eine der Rampen nehmen. Letztere führen auf eine Ebene mit Glasboden, von der aus das Modell von oben betrachtet werden kann. Bleibt der Anwender auf der ursprünglichen Ebene und bewegt sich zum Modell, so kann er hineingehen, um sich dort im Detail umzusehen. An der rückwärtigen Wand befinden sich drei Knöpfe. Mit deren Hilfe der Benutzer zwischen verschiedenen Stadtmodellen von München wählen kann.

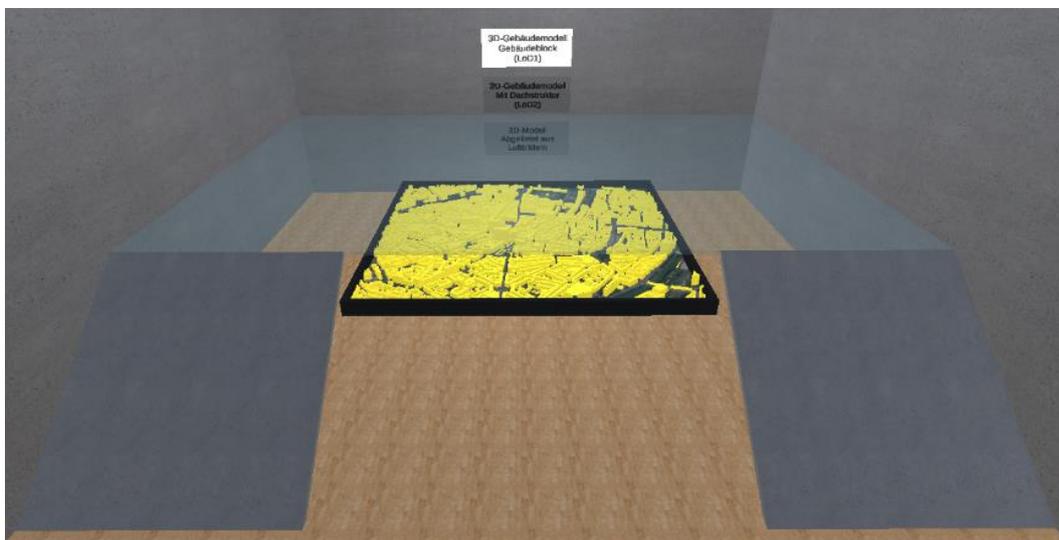


Abbildung 37:Stadtmodelle Raum

Solange eines der Modelle anvisiert wird, kann zusätzlich mit der linken und rechten Maustaste zwischen den verschiedenen Modellen gewechselt werden. Das erste Modell ist ein 3D- Gebäudemodell, bestehend aus Gebäudeblöcken. Hierfür wird auch der Begriff „Level of Detail 1“ (LoD1) verwendet. Dabei wird jedes Haus als ein Block dargestellt, welcher die Umrisse des Hauses generalisiert wiedergibt.

Die Oberkante dieser Blöcke ist flach, die Höhe eines Gebäudes wird somit auf einen einzigen bestimmten Wert gesetzt, der die Höhe des ursprünglichen Gebäudes möglichst sinngemäß widerspiegelt. Das zweite Modell erweitert diese Blöcke um die Dachstruktur und wird dann als LoD2 bezeichnet. Hierbei werden die Höhe und die Form der Dächer mit Hilfe von Standard-Dachformen (wie etwa Satteldach, Flachdach, Zeltdach, Walmdach etc.) nachmodelliert. Auch hier findet eine Generalisierung statt, folglich muss nicht jedes kleinste Detail modelliert werden. Das dritte Modell ist ein 3D-Modell, welches aus Luftbildern abgeleitet wurde.

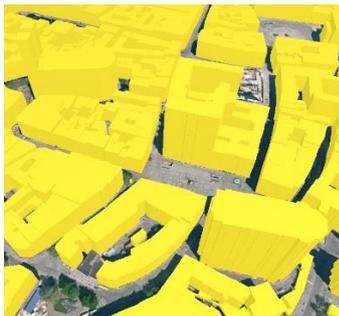


Abbildung 38: Stadtmodell aus Gebäudeblöcken (LoD1)



Abbildung 39: Stadtmodell mit Dachstruktur (LoD2)



Abbildung 40: Stadtmodell aus Luftbildern abgeleitet

Die Interaktion des Spielers mit diesen Objekten wird in dem Skript „LoD“ geregelt. Zunächst werden für die drei Modelle und den dazugehörigen Knöpfen Variablen angelegt. Für die farbliche Veränderung der Knöpfe werden zwei Material-Variablen benutzt, eine für die dunklen Knöpfe, eine für die hellen. Zusätzlich gibt es eine Integer-Variable „active“. In der Funktion „Start()“ werden zunächst alle Objekte ausgeblendet, die der Benutzer zu Beginn nicht sehen soll und das LoD1 Modell eingeblendet. Die Integer-Variable bekommt den Wert 1 zugeteilt, dieser steht für das LoD1 Modell. In der „Update()“-Funktion wird nun zunächst abgefragt, ob der Benutzer das Modell anvisiert und die linke Maustaste betätigt. Falls ja wird „active“ um 1 erhöht. Ist dieser Zähler bei 3 angekommen, so springt er beim nächsten Klick wieder auf 1. Anschließend wird überprüft, ob der Anwender das Modell anvisiert und die rechte Maustaste aktiviert. So wird der Zähler um 1 verringert, bzw. springt von 1 auf 3. Anschließend wird überprüft, welche Zahl dieser „active“ Variablen momentan zugewiesen ist. Weist sie den Wert 1 auf, so wird das LoD1 Modell aktiviert und der dazugehörige Knopf hell gefärbt. Die anderen Modelle werden ausgeblendet und die entsprechenden Knöpfe dunkel dargestellt. Bei einem Wert von 2 wird das LoD2 Modell angezeigt und der Knopf hervorgehoben, sowie die anderen Modelle deaktiviert und die Knöpfe dunkel gefärbt. Bei einem Wert von 3 wird das Modell aus abgeleiteten Luftbildern aktiviert.

## 6. Fazit / Diskussion der Ergebnisse

Die Präsentation für die BVV soll Geodaten virtuell und interaktiv darstellen. Durch die Erstellung eines Computerprogramms, in dem sich der Benutzer bewegen und mit Geoobjekten interagieren kann, sind die Grundvoraussetzungen - virtuelle und interaktive Umsetzung - erfüllt.

Mit Unity wurde dabei ein geeignetes Programm gefunden um Geodaten der BVV in eine Anwendung einzubinden und diese für den Benutzer interaktiv zu gestalten. Als finales Präsentationsmedium werden Computer mit dem Betriebssystem Windows ausgewählt. Das Betriebssystem und die Benutzereingabe sind weit verbreitet, Vielen ist die Steuerung mit Maus und Tastatur vertraut. Ebenfalls wurde eine Benutzeroberfläche geschaffen, die dem Anwender während der laufenden Präsentation ermöglicht, sich nicht nur Anleitungen zur Interaktion der Objekte anzeigen zu lassen, sondern auch zusätzliche Informationen der verwendeten Daten. Durch den Aufbau der Anwendung, mit einem Hauptraum und davon abgehenden Gängen, könnte die Anwendung erweitert werden, ohne ein komplett neues Konzept zu erstellen. Der Grundraum könnte z. B. zu einem Neuneck erweitert werden. Alle Gänge und Räume sind so angelegt, dass sie sich um den Mittelpunkt des Hauptraumes drehen lassen. So können alle Elemente um einen bestimmten Winkel gedreht werden, damit Platz für einen neunten Gang und neunten Raum geschaffen wird.

Es wurden ebenfalls zusätzlich Optionen eingebaut, die die Präsentation der jeweiligen Situation anpassen. So können je nach Zielgruppe bestimmte Räume geschlossen bzw. geöffnet werden. Es kann eine Vorabentscheidung darüber getroffen werden, das Programm mit bestimmten Räumen zu starten. Diese können aber in der Anwendung über ein Menü verändert werden. So kann zwar spontan auf eine Entwicklung der Vorstellung reagiert werden, das Ändern der Raumeinstellungen lässt sich jedoch vom Benutzer selbst durchführen. Es kann also passieren, dass Anwender Räume öffnen und betreten, die eigentlich nicht dafür vorgesehen sind. Eine solche Präsentation wird meistens unter Aufsicht eines Mitarbeiters der BVV durchgeführt, somit tritt dieser Fall selten ein. Darum wurde von weiteren Sicherheitsvorkehrungen, solch einen Menüpunkt dem Benutzer unzugänglich zu machen, abgesehen. Das gleiche gilt für den „Beenden“ Knopf, welcher die Anwendung schließt. Ohne solch einen Knopf müsste das Programm aufwendig über den Task-Manager geschlossen werden.

Die jetzige Präsentation wurde mit aktuellen Daten der BVV bestückt. Ohne regelmäßige Änderung der Daten werden diese bald überholt sein. Vor allem die Luftbilder, die alle zwei Jahre aktualisiert werden, befinden sich bald nicht mehr auf dem neusten Stand.

Aus diesem Grund wird in den Zusatzinformationen (wenn möglich) das Aufnahme bzw. Erstellungsdatum der Daten angegeben. Trotzdem sind in Zukunft Fortschritte und Änderungen an den Daten zu erwarten. Die aus Luftbildern generierten 3D-Modelle werden meistens noch komprimiert, das heißt die Anzahl an Oberflächenpolygonen wird reduziert. Hierbei treten noch störende Fehler, wie kleine fehlende Flächen oder kleine Flächen mit falschen Farbinformationen, auf. Gerade durch die sehr nahe und genaue Betrachtungsmöglichkeit innerhalb der Präsentation fallen diese Fehler auf. Hier wäre es sinnvoll, diese Modelle auszutauschen, sobald der Arbeitsprozess eine fehlerfreiere Erstellung der Modelle ermöglicht. Die BVV bietet viele Daten in sehr hohen Auflösungen an, Bilder mit 9700 x 9854 Pixel oder großflächige 3D Modelle mit einem Meter Bodenpixelauflösung. In dieser Anwendung, in der nah an, bis teilweise in die Modelle hineingegangen werden kann, erweist sich eine solch hohe Auflösung als Vorteil. Hierbei muss beachtet werden, dass diese großen Datenmengen von dem Computer verarbeitet werden müssen, leistungsschwächere Rechner kommen hier eventuell an ihre Grenzen.

Ein weiterer Verbesserungspunkt sind die Materialien der Böden, Wände und Decken. Jedes Material bietet ein so genanntes „Tiling“. Bei großen Räumen muss sich ein Muster entsprechend öfter wiederholen als bei einem kleinen. Das „Tiling“ perfekt anzupassen erfordert sehr viel Aufwand. Jede einzelne Wand und jeder Boden bräuchte hierbei ein eigenes Material, das auf seine individuellen Maße angepasst ist. Auch stellen die Endstücke der Wände ein Problem dar. Damit die Wände, vor allem jene, die diagonal, also über X- und Z- Koordinaten platziert werden müssen, nahtlos an einander passen, haben die Wände eine gewisse Dicke. Weil nun aber das „Tiling“ der Front ebenfalls auf die dünne Seite der Wand angewendet wird, kommt es hier zu unschönen Mustern. Dies würde sich vermeiden lassen, indem die Wände beinahe zweidimensional gestaltet und perfekt aneinander angepasst werden. Dies bedeutet vor allem für die diagonal gesetzten Räume einen extremen Rechenaufwand über Winkelfunktionen.

Ein weiterer Punkt sind die Materialien selbst. Falls die richtigen Grundlagen vorhanden sind und die richtigen Material-Einstellungen gewählt, sowie die Lichtquellen angepasst werden, können die Materialien von Boden und Wände nahezu real aussehen. Dies würde das Benutzererlebnis nochmals steigern. Die perfekte Anwendung von Materialien und Licht ist eine eigene Arbeit wert und das Vertiefen in diese Bereiche würde den Umfang der vorliegenden Arbeit sprengen. Auch das Anlegen von Schriften und diese so aussehen zu lassen, als würde der Text direkt auf eine Wand geschrieben stehen, stellte sich als sehr kompliziert heraus. Hier muss ebenfalls beachtet werden, dass einige Änderungen einer Schrift Auswirkungen auf alle Schriften hat, auch oft ungewollt auf Schriften anderer Räume.

Auch hier müsste teilweise für jede Änderung eine neue Schrift angelegt werden. Zusätzlich stand oft eine Anpassung der Optik einer Verschlechterung der Lesbarkeit gegenüber. Innerhalb der Präsentation wurde folglich versucht, möglichst gute und auch realisierbare Kompromisse zu finden.

Das Ziel war es, die Steuerung möglichst einfach und übersichtlich zu gestalten. Vor allem Personen, die ab und an Computerspiele spielen, dürfte der Einstieg leichtfallen. Generell wurde darauf geachtet, diese Präsentation für ein breites Publikum zugänglich zu machen. Ob die Anwendung das gewünschte Interesse an Geodaten weckt und wie das Benutzererlebnis aufgenommen wird, werden erst die Einsätze auf Messen und sonstigen Veranstaltungen zeigen.

## 7. Literaturverzeichnis

**de Lange, Norbert** (2013) Geoinformatik in Theorie und Praxis 3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage, Heidelberg: Springer Spektrum

**Lakes, Tobias** (2014) Geodaten. In: Baur, Nina und Blasius, Jörg (Hrsg.) Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS. S. 981-987

## 8. Quellenverzeichnis

**Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat** (o. J.) BayernAtlas Zugriff über: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas> (Letzter Zugriff: 20.08.2021)

**Bayerisches Landesamt für Umwelt** (2021) Gewässerkundlicher Dienst Bayern. Wasserstand Passau Zugriff über:

<https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wasserstand/bayern/passau-10091008/statistik> (Letzter Zugriff: 22.07.2021)

**Bibliographisches Institut GmbH** (2021) Topographie Zugriff über:

<https://www.duden.de/rechtschreibung/Topografie> (Letzter Zugriff: 15.08.2021)

**Bundesamt für Kartographie und Geodäsie** (2021) Digitale Orthophotos und Satellitenbilddaten Zugriff über:

<http://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/webdienste/digitale-orthophotos.html> (Letzter Zugriff: 15.08.2021)

**Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat** (2020) Geoinformationen Zugriff über:

<https://www.bmi.bund.de/DE/themen/moderne-verwaltung/geoinformationen/geoinformationen-node.html> (Letzter Zugriff 15.08.2021)

**Deutsches Muesum** (o. J.) Deutsches Museum DIGITAL Zugriff über:

<https://virtualtour.deutsches-museum.de/> (Letzter Zugriff: 20.08.2021)

**GDI-RP** (2020) Geodaten Zugriff über:

<https://www.geoportal.rlp.de/mediawiki/index.php/Geodaten> (Letzter Zugriff 15.08.2021)

**GDI-NI** (o. J.) Geobasisdaten Zugriff über:

<https://www.geodaten.niedersachsen.de/startseite/datenangebot/geobasisdaten/geobasisdaten-25325.html> (Letzter Zugriff: 17.08.2021)

**KGS** (o. J.) VR-Brille Zugriff über:

<https://www.sehen.de/brillen/vr-brille/> (Letzter Zugriff: 20.08.2021)

**kirchbau.de** (2021) Passau: kath. Dom St. Stephan Zugriff über:

[https://www.kirchbau.de/300\\_datenblatt.php?id=906&name=keiner](https://www.kirchbau.de/300_datenblatt.php?id=906&name=keiner) (Letzter Zugriff: 29.07.2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (2018) Produkte Zugriff über:

<https://www.ldbv.bayern.de/> (Letzter Zugriff 22.08.2021)

**Google Maps** (2021) Zugriff über:

<https://www.google.de/maps> (letzter Zugriff: 21.07. 2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (2018) Bayerische Vermessungsverwaltung Zugriff über:

<https://www.ldbv.bayern.de/vermessung/bvv.html> (Letzter Zugriff: 18.08.2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (o. J.) Referat 85 Luftbildmessung und Fernerkundung Letzter Zugriff: 19.08.2021

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (2018) Aufgaben, Ziele und Werte Zugriff über:

[https://www.ldbv.bayern.de/ueberuns/aufgaben\\_ziele\\_werte.html](https://www.ldbv.bayern.de/ueberuns/aufgaben_ziele_werte.html) (Letzter Zugriff: 15.08.2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (2018) Organisationsstruktur Zugriff über:

<https://www.ldbv.bayern.de/ueberuns/ldbv.html> (Letzter Zugriff: 15.08.2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (2018) bayerisches Landesluftbildzentrum Zugriff über:

<https://www.ldbv.bayern.de/vermessung/luftbilder.html> (Letzter Zugriff: 15.08.2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (2018) Kundeninformation - Digitales Orthophoto Zugriff über:

[https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/12834/Kundeninfomation\\_DOP.pdf](https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/12834/Kundeninfomation_DOP.pdf) (Letzter Zugriff: 15.08.2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** 2018 Bayernbefliegung Zugriff über:

<https://www.ldbv.bayern.de/produkte/luftbild/bayernbefliegung.html> (Letzter Zugriff: 14.08.2021)

**Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung** (2019) Die amtlichen Geobasisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung Zugriff über:

[https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/4628/Produkt%C3%BCbersicht\\_DIN%20A%204.pdf](https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/4628/Produkt%C3%BCbersicht_DIN%20A%204.pdf) (Letzter Zugriff: 17.08.2021)

**Louvre** (o. J.) VIRTUAL TOURS Zugriff über:

<https://www.louvre.fr/en/online-tours> (Letzter Zugriff: 20.08.2021)

**unity** (2021) LTS Release. Long Term Support. Zugriff über:

<https://unity3d.com/unity/qa/lts-releases> (Letzter Zugriff: 03.08.2021)

**unityAssetStore** (2021) Yughues Free Wooden Floor Materials Zugriff über:

<https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/wood/yughues-free-wooden-floor-materials-13213> (Letzter Zugriff: 20.07.2021)

**unityAssetStore** (2021) Yughues Free Concrete Materials Zugriff über:

<https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/concrete/yughues-free-concrete-materials-12951> (Letzter Zugriff: 02.07.2021)

**unity DOCUMENTATION** (2021) model file formats Zugriff über:

<https://docs.unity3d.com/Manual/3D-formats.html> (Letzter Zugriff: 03.08.2021)

**Unity DOCUMENTATION** (2021) Caracter Controller.Move Zugriff über:

<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/CharacterController.Move.html> (Letzter Zugriff: 29.05.2021)

**YouTube** (11.09.2020) [Unity] First Person Controller [E01: Basic Controller] Zugriff über:

<https://www.youtube.com/watch?v=PmIPqGqp8UY> (Letzter Zugriff: 29.05.2021)

## **Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die Bachelorarbeit 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.

---

München, 31.08.2021, Philipp Norbert Winkler