HOCHSCHULE
MITTWEIDA
University of Applied Sciences

Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

Professur Medieninformatik

Masterarbeit

Prozedurale Generierung historischer Stilelemente an Gebäuden im 3D-Raum und Untersuchung des resultierenden Einflusses auf den Wiedererkennungswert des Bauwerks

Ronja Schneider

Mittweida, den 24. November 2023

Erstprüfer: Prof. Dr. Marc Ritter
Zweitprüfer: Manuel Heinzig M.Sc.

Schneider, Ronja
Prozedurale Generierung historischer Stilelemente an Gebäuden im 3D-Raum und Untersuchung des resultierenden Einflusses auf den Wiedererkennungswert des Bauwerks
Masterarbeit, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften
Hochschule Mittweida — University of Applied Sciences, Februar 2024

Referat

In dieser Arbeit geht es um die Betrachtung verschiedener Gebäudefunktionen im dreidimensionalen Raum. Es wird untersucht wie sich der Wiedererkennungswert dieser Gebäude durch das Hinzufügen verschiedener Stilelemente verändert und unter welchen Bedingungen er nicht mehr gegeben ist. Dabei wird auf die historischen Stile der Gotik und des Barocks Bezug genommen und eine Stilübertragung im dreidimensionalen Raum vollzogen. Dieser Stiltransfer erfolgte mit Hilfe prozeduraler Kontentgenerierung.

Name: Schneider, Ronja
Studiengang: Medieninformatik und interaktives Entertainment
Seminargruppe: MI20w1-m
English Title: Prozedural generation of historic visuell elements on buildings in 3D-Space and the investigation of the recognition of those buildings

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung und Motivation **1**

1.1 Aufgabenbeschreibung 3
1.2 Zielstellung und Aufbau der Arbeit 4

2 Grundlagen **7**

2.1 Gebäudearten 7
2.2 Architekturstile 17
2.3 Wahrnehmung 28
2.4 Prozedurale Kontentgenerierung 30

3 Anforderungen und Konzeption **33**

3.1 Konzeption 33
3.2 Anforderungen 36

4 Implementierung **43**

4.1 Gotische Dekoration 46
4.2 Barocke Stilelemente 50

5 Evaluation **55**

5.1 Evaluationsaufbau 55
5.2 Evaluationsauswertung 58

6 Zusammenfassung und Ausblick **69**

Literaturverzeichnis **I**

.1 Dekorelemente A2

A Konzeptionsdokumente **A3**

A.1 Elementliste Gebäude A3

A.2 Fragebogen A3

1. Einführung und Motivation

Die effiziente Erstellung digitaler Inhalte nimmt heutzutage einen immer stärkeren Fokus innerhalb der Entwicklung von Software ein. Sie ist relevant für die moderne Gesellschaft und spielt im Bereich der medialen Gestaltung eine große Rolle. Besonders die Erstellung virtueller Umgebungen und das Erkennen ihrer Funktion sind für die Branche der Spieleentwicklung von großer Bedeutung.[BMEHB19] Für die Bereicherung innerhalb dieser Branche ist es von Vorteil zu untersuchen, welchen Einfluss diese Sachen aufeinander haben. Ihre Entwicklung zu betrachten kann helfen, die bereits existierende kreative Gemeinschaft zu erweitern und ein Hilfsmittel für Künstler und Entwickler zu schaffen.

Bei der Betrachtung der dreidimensionalen Spieleumgebungen fällt auf, dass Spiele vermehrt zu dem Konzept einer Open World tendieren.[1] Diese Spielwelten bieten den Nutzern sehr viele Inhalte zum Erkunden und schaffen durch die eigenen Entscheidungen der Spieler individuelle Erfahrungen. Sie haben einen hohen Wiederspielwert, da der Spieler die Möglichkeit hat, verschiedene Bereiche der Umgebung zu erkunden. Für solche Welten müssen besonders viele 3D-Modelle und Inhalte erstellt werden, die dem Spieler das Gefühl geben sollen, sich frei in der Welt bewegen zu können. Um die Erfahrung des Spielers nicht eintönig zu gestalten, muss darauf geachtet werden, dass sich diese Inhalte nicht wiederholen und die einzelnen Bereiche dieser Welt divers gestaltet werden.[WGS23]

Um das besonders schnell und effizient zu erfüllen, bietet sich die Erstellung der 3D-Modelle mittels prozeduraler Generierung an. Mit Hilfe dieser Technologie lassen sich in kurzer Zeit viele verschiedene Assets erstellen. Diese beleben die virtuelle Umgebung und suggerieren dem Spieler eine uneingeschränkte Szenerie, die er frei nach seinem Willen erkunden kann.[GZM22]

Für die Spieler ist es wichtig innerhalb dieser offenen Spielwelten nicht die Orientierung zu verlieren. Auch für die gezielte Spielerführung bietet es sich an, klare

[1] https://www.thegamer.com/rise-open-world-games/

Orientierungspunkte zu schaffen oder mit einer Karte zu arbeiten. Besonders innerhalb von stadtähnlichen Strukturen kann es helfen, bestimmte Gebäude immer an gleichen oder ähnlichen Stellen zu platzieren. Passiert das zu oft oder zu offensichtlich kann das jedoch zu einer repitivien Spielererfahrung führen und dem Spieler das Gefühl der Gleichheit vermitteln. Um diese Emotion zu vermeiden werden oft in verschiedenen Teilen der virtuellen Umgebung andere Biome mit unterschiedlichen Gebäudestilen etabliert. Diese sind für den Spieler neu einzuordnen und bergen die Gefahr einer sich wiederholenden, zeitaufwändigen Neuentdeckung der Gebäude und ihrer Aufgaben innerhalb des Spiels.[Rot18]

Um dieses Problem zu umgehen soll herausgefunden werden, ob allein anhand des Grundaufbaus eines Gebäudes zugeordnet werden kann, welche Funktion es inne hat. Würde diese Annahme zutreffen, ließen sich bestimmte Aspekte der Spiele anders gestalten. So könnten Spieler unabhängig von der Fassadengestaltung schnell erkennen, zu welchen Gebäuden sie für welche Aufgaben gehen müssten. Die intuitive Annahme der Spieler würde es ihnen ermöglichen, bestimmte Wege schneller zu erfassen und sich leichter zu orientieren.[FJ0]

Zur Untersuchung dieser Überlegung bietet es sich an, eine Stilübertragung im dreidimensionalen Raum zu konzipieren. Mit Hilfe dieser kann die oben genannte Problemstellung genauer betrachtet und verschiedenen Gebäuden mit einer identischen Funktion ein unterschiedliches Äußeres gegeben werden. Es würde ermöglichen, unterschiedliche Grundgebäude in einen anderen Architekturstil darzustellen und die äußere Fassade zu verändern. Diese Übertragung in andere Stile würde eine Betrachtung nach der Grundfunktion anhand des Aufbaus der Gebäude zulassen.[LH19]

Gleichzeitig könnte dieses Prinzip genutzt werden, um Gebäude mit der gleichen Funktion unterschiedlich aussehen zu lassen. So können auch innerhalb eines Architekturstils verschiedene Ausprägungen und Unterschiede in der Dekoration herrschen. Das würde helfen, die Gebäude an die jeweilige Region des Spiels anzupassen und sie so individuell zu gestalten, dass eine repetitives Stadtbild vermieden wird. Es könnte zu einer Verbesserung der Spielererfahrung beitragen.[WLG+23]

1.1. Aufgabenbeschreibung

Um diese oben beschriebene Stilübertragung im dreidimensionalen Raum zu betrachten und gegebenenfalls die Spielererfahrung durch eine möglichen Erkenntnisgewinn zu verbessern, wurde sich entschlossen, in dieser Arbeit eine Anwendung zu entwickeln, die in der Lage ist, die äußerliche Fassade von kubischen Grundgebäuden in einen anderen Architekturstil zu übertragen.

Es sollen innerhalb dieses Projektes zwei verschiedene historische Stile und die Grundfunktion von Gebäuden untersucht werden. Dafür soll eine Stilübertragung im 3D-Raum stattfinden und mit Hilfe der veränderten Gebäude eine Evaluation gestaltet werden. Eine Probandenbefragung soll herausfinden, ob die Funktion eines Gebäudes anhand seiner zugrundeliegenden Struktur wiedererkannt werden kann. Dafür sollen verschiedene Funktionen von Gebäuden genauer betrachtet werden und eventuelle übereinstimmende Parameter definiert werden. Die so klasssifizierten Gebäudetypen sollen äußerlich verändert werden und in zwei historische Stile übertragen werden.

Zu Beginn wird eine Betrachtung der Funktionsweisen verschiedener Gebäudetypen erfolgen aus denen Definitionen für Beispielgebäude abgeleitet werden. Diese werden später generiert und mit verschiedenen Dekorelementen versehen. Die Gebäude werden mit zwei verschiedenen Stilrichtungen verändert. In der darauf folgenden Untersuchung soll betrachtet werden, ob sich die grundlegende Funktionalität des Gebäudes noch zuordnen lässt. Innerhalb dieses Tests sollen ebenfalls verschiedene Stufen der Stilübertragung betrachtet werden und der jeweilige Einfluss dieser auf den Wiedererkennungswert der Gebäude.

Dieses Zuordnen der Gebäude zu einer bestimmten Funktion bietet einen starken Orientierungsvorteil. Durch die Untersuchung soll herausgefunden werden, ob die Gebäudefunktion ausschließlich an den Grundaufbau eines Gebäudes gebunden ist und sich auch erkennen lässt, wenn die Fassade stark verändert ist. Bestätigt sich diese These, ließe sich das besonders gut in der Videospielentwicklung und bei der Gestaltung von digitalen, dreidimensionalen Umgebungen ausnutzen. Im virtuellen Raum ist die Anordnung von Gebäuden und ihr Abstand ähnlich wichtig, wie in der realen Welt, nur dass dort weniger Grenzen existieren. Kann der Spieler direkt zuordnen um welche Art von Gebäude es sich handelt, hätte er einen signifikanten

Orientierungsvorteil und es würde helfen, in Zusammenhang mit einzelnen Teilaufgaben des Spiels den Benutzer gezielt an bestimmte Orte zu führen.[LM16]

Einen ähnlichen Anwendungsfall würde sich für die Spiele im Genre der Social Simulation ergeben. Einen großen Vorteil könnten die Entwickler für Videospiele daraus ziehen. Sollte sich die These bestätigen, ließen sich innerhalb von virtuellen Städten bestimmte Gebäude mit gleichem Grundaufbau, aber leichten äußerlichen Veränderungen für die gleichen Funktionen erstellen. Es ließen sich die gleichen Grundkörper prozedural verändern und so ein abwechslungsreiches Stadtbild erschaffen, in dem trotz der Veränderung die Funktion der Gebäude eindeutig ist. Das würde Zeit in der Erstellung sparen und dem Konsumenten gleichzeitig eine gute Spielerfahrung bieten.[BHRR12]

1.2. Zielstellung und Aufbau der Arbeit

Wie zuvor bereits erläutert, kann es für Anwendungen im dreidimensionalen Raum einen großen Orientierungsvorteil bieten, prägnanten Gebäuden schnell eine Funktion zuzuordnen. Der Spieler ist in der Lage, die Umgebung einzuordnen und seine Navigation an seine Ziele anzupasssen. Um diesen Vorteil auch bei unterschiedlichen Fassadengestaltungen der gleichen Grundgebäude zu erhalten, soll im Verlauf der Arbeit eine Stilübertragung in verschieden starker Ausprägung untersucht werden. Das Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, bis zu welchem Grad der äußerlichen Veränderung die Erkennbarkeit der Funktionsweise eines Gebäudes noch vorhanden ist. Aus dieser Untersuchung lässt sich ableiten, ob diese Eigenschaft der Grundfunktion stilunabhängig eingesetzt werden kann.

Zunächst wird sich in Kapitel 2 mit den Grundlagen der Gebäudefunktionen beschäftigt, um dann im weiteren Verlauf auf zwei ausgewählte historische Stile einzugehen. Sie bilden die Grundlage für die Veränderung der Außenfassaden der einzelnen Bauwerke. Mit Hilfe ihrer Definition lassen sich unterschiedliche Dekorelemente gestalten, die wiederum das Aussehen der Gebäude beeinflussen können. Daraufhin wird sich kurz mit der menschlichen Wahrnehmung beschäftigt. Dem folgt die Erklärung der zur Umsetzung des Tests gebauten Anwendung und ihrer Implementierung. Dabei wird im genaueren auf das Programm Houdini eingegangen, sowie der Aspekt der prozeduralen Generierung von 3D-Inhalten betrachtet [Hou23]. Im Abschlussteil der Arbeit wird sich auf die durchgeführte Untersuchung fokussiert. Innerhalb des Tests

wird der Wiedererkennungswert der Gebäude betrachtet, nachdem ihr Äußeres in verschiedener Abstufung verändert wurde. Wichtig ist hierbei die richtige Zuordnung der Grundfunktion der Bauwerke. Am Schluss wird eine ausführliche Auswertung der Ergebnisse vorgenommen, sowie ein Fazit der Arbeit beschrieben.

2. Grundlagen

Zu Beginn soll ein kurzer Überblick gegeben werden, welche Gebäudearten oft im alltäglichen Leben auftauchen und wie deren Grundaufbau kategorisiert werden kann. Anschließend wird sich mit den zwei historischen Architekturstilen auseinandergesetzt, die in der Untersuchung dieser Arbeit eine Rolle spielen. Ihre Einordnung in den architektonischen Kontext und ihre Funktion innerhalb der Arbeit sollen genauer betrachtet werden, sowie einige ihrer Designelemente vorgestellt werden. Daraufhin wird kurz auf die menschliche Wahrnehmung und die Fähigkeit der Mustererkennung eingegangen. Abschließend für diese Kapitel soll genauer betrachtet werden, wie prozedurale Kontentgenerierung den Versuchsaufbau dieser Arbeit unterstützen kann. Was das Programm Houdini in diesem Zusammenhang für Vorteile bietet, wird in Kapitel 4 bei der Implementierung des Projektes wieder aufgegriffen.

2.1. Gebäudearten

Zunächst wird grundlegend geklärt, wie sich Gebäude als solches definieren und welche Grundfunktionen für sie existieren. Im Folgenden werden einige dieser Nutzungen genauer betrachtet.

Gebäude sind strukturelle Konstruktionen, die Menschen für verschiedene Zwecke errichten. Hauptaspekte sind Wohnen, Arbeiten, Bildung, Freizeit und industrielle Aktivitäten. Sie stellen einen essentiellen Bestandteil der gebauten Umwelt dar und tragen maßgeblich zur physischen Infrastruktur moderner Gesellschaften bei. Gebäude sind gekennzeichnet durch eine vielfältige Palette von architektonischen Formen, Größen und Funktionen, die sich aus den individuellen Anforderungen und kulturellen Kontexten ihrer Nutzer ergeben. [Her10]

Die Struktur eines Bauwerks besteht typischerweise aus einer Kombination von Materialien wie Beton, Stahl, Holz, Glas und Mauerwerk, die miteinander verbunden

sind, um Stabilität und Festigkeit zu gewährleisten. Die Gebäudehülle besteht aus Wänden, Dach und Boden und dient dazu, das Innere des Hauses vor äußeren Umwelteinflüssen wie Witterung, Temperaturschwankungen und Lärmeinwirkungen zu schützen. [Sch96]

Gebäude lassen sich durch die verschiedensten Merkmale voneinander unterscheiden und einordnen. Grundlage dieser Klassifizierung ist die Funktion des Bauwerks, sowie in einigen Fällen die optische Abgrenzung von anderen Gebäuden gleicher Art. Im folgenden Abschnitt soll genauer darauf eingegangen werden, wie sich Bauwerke anhand ihres Grundrisses und ihrer Fassadenstruktur voneinander unterscheiden lassen und auf welche Funktionsweise diese Rückschlüsse zulässt.[DEDA]

Der Fokus wird hierbei auf Gebäuden liegen, die sich in ihrer Gestaltung grundsätzlich gut klassifizieren lassen. Speziellere Strukturen, die nur sehr individuell vorkommen sind hier vernachlässigt worden, da sie ein komplexeres Auswertungsverfahren vorraussetzen und nur schwer in den Vergleich gesetzt werden können.

Die grundlegenden Gebäudentypen lassen sich in folgende Bereiche aufteilen:

- **1. Wohngebäude**
- **2. Bürogebäude**
- **3. Industriebauwerke**
- **4. Kulturbauten**
- **5. Sakralbauten**

Jeder der oben genannten Bereiche wird im Folgenden kurz betrachtet und anhand bestimmter Merkmale kategorisiert. Davon abgeleitet wurden einzelne Gebäude erstellt, die durch gezielte optische Veränderung im Verlauf der Arbeit auf ihren Wiedererkennungswert geprüft wurden. Der Fokus lag dabei auf den Wohngebäuden und Bürogebäuden. Die anderen Gebäudearten waren anhand der Fasssadengestaltung nicht eindeutig abzugrenzen. Aufgrund der nicht eindeutigen Funktionsdefinition dieser Bereiche sind sie nicht vordergründig für die Untersuchung wichtig. Sie werden nur kurz in dieser Arbeit betrachtet.

2.1.1. Wohngebäude

Die Funktionsgrundlage lässt sich bei allen Gebäudetypen anhand des Namens ableiten. Speziell bei Wohngebäuden spielt die Aufteilung der Räume innerhalb des Hauses eine wichtige Rolle, lässt sich aber schwer von außen erkennen. Da im Verlauf dieser Arbeit eine rein äußerliche Betrachtung der Bauwerke erfolgt, wird sich im Weiteren nur auf die externen Erkennungsmerkmale konzentriert werden.

Ein Wohnhaus kann von außen sehr unterschiedlich aussehen, da es von verschiedenen Faktoren abhängt, wie zum Beispiel dem Baustil, der Architektur und der Region, in der es sich befindet. Einige Merkmale, die ein Wohnhaus von außen definieren können, sind:

- die Größe und Form des Gebäudes
- die Art des Daches (z.B. Flachdach oder Satteldach)
- die Farbe und Textur der Fassade (z.B. Ziegelstein oder Putz)
- die Anzahl und Größe der Fenster
- das Vorhandensein von Türen, Balkonen oder Terrassen

[Grü21, S.175ff]

Ausgehend von einer Wohneinheit lassen sich Wohngebäude in Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser aufteilen, wobei der Begriff der Familie mittlerweile überholt ist und in diesem Zusammenhang für eine Versinnbildlichung der Wohneinheit steht. Diese Unterscheidung findet aufgrund der Verteilung der Wohneinheiten statt. Befinden sich mehrere Einheiten an- oder übereinander in einem Gebäude werden diese Wohnkomplexe als Mehrfamilienhäuser angesehen. Eine sehr oft vorkommende Form davon ist der Wohnblock.[Grü21, S.145f]

Diese Aufteilung der Wohngebäude ist in Abbildung 2.1 dargestellt. Im Folgenden soll genauer auf die alleinstehenden Einfamilienhäuser und später auf die Wohnblocks eingegangen werden. Da sich diese beiden Gebäude, durch ihre Charakteristik, besonders gut für die Untersuchung dieser Arbeit anbieten.

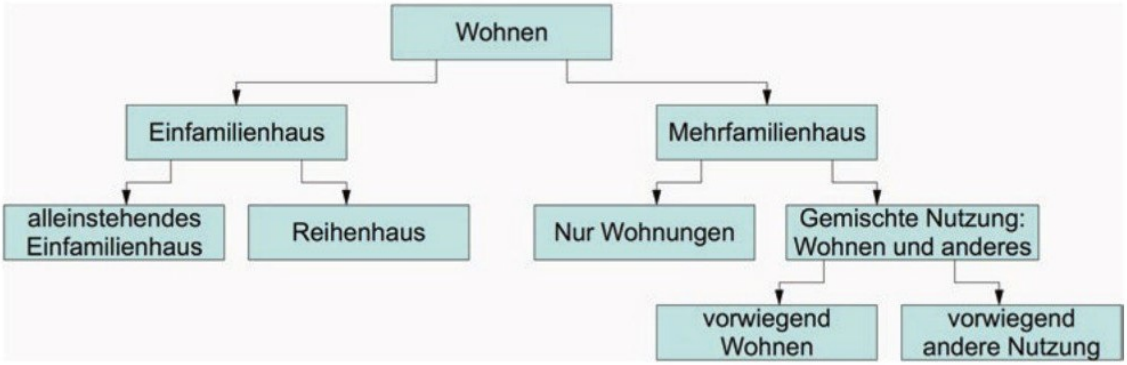


Abbildung 2.1.: Die Beziehung einer Wohneinheit zu anderen Wohneinheiten oder anderen Nutzungen [Grü21, S. 146]

Einfamilienhäuser sind selbstständige Wohneinheiten. Sie können freistehend sein, aber auch in der Form einer Reihenhaussiedlung auftauchen. Sie können mehrere Stockwerke besitzen und haben eine ebenerdige Eingangstür. Besonders das freistehende Einfamilienhaus zeichnet sich durch eine starke Abgrenzung zu seiner Umgebung aus. Diese Gebäude sind von einem Garten oder Grundstück umgeben, der ebenfalls individuell gestaltet werden kann. Dieser steht für den Luxus, sich privates Eigentum und ein angrenzendes Grundstück leisten zu können und bietet gleichzeitig eine deutlich höhere Privatsphäre, als es Mehrfamilienhäuser zulassen. Jedes Einfamilienhaus lebt von seiner Individualität, die durch die jeweiligen Besitzer geprägt wird.[Grü21, S. 146ff]

Zusammenfassend lassen sich aus den oben genannten Eigenschaften einige grundlegend Merkmale festhalten, die auf fast alle Einfamilienhäuser zutreffen.

- zentrale Eingangstür
- kompakte, alleinstehende Wohneinheit
- manchmal mehrstöckig
- umgebender Garten
- hohe individuelle Auslebung

Der Nachteil des Einfamilienhauses, besteht in seinem starken Platzanspruch. Gerade in dichter besiedelten Gegenden, wie Städten, kann sich diese Form der Bebauung negativ auswirken. Die Arbeitswege sind länger und die Nahverkehrsanbindungen

schwieriger. Zusätzlich unterstützt diese Art der Bebauung die Zersiedelung und hat durch die durchschnittlich höhere Fassadenfläche eine deutlich höheren Energieverbrauch im Vergleich mit anderen Siedlungsstrukturen.[Grü21, S. 147]

Dieses Platzproblem ist schon länger eine zentrale Aufgabe des Wohnungsbaus.

> „Aus der Notwendigkeit der Massenproduktion von Wohnraum heraus, hat sich eine raumorganisatorische und planerische Herangehensweise an das Wohnhaus und seine Architektur entwickelt“[SM20]

Wie aus dem Zitat zu entnehmen, wurde die Optimierung von Wohnraum ein immer zentraleres Thema. Besonders in Städten, war es wichtig, für viele Menschen Platz zu schaffen. Ein anderer Ansatz dieses Problem anzugehen und gleichzeitig die negativen Aspekte des Einfamilienhauses zu minimieren, ist das Zusammenfügen von Wohneinheiten und somit der Bau von Mehrfamilienhäusern. Merkmale von größeren Mehrfamilienhäusern sind mehrere Etagen mit vielen Fenstern. Typischerweise treten diese Häuserarten in Reihenform auf. So wirkt es so, als wären sie ein gemeinsames großes Gebäude. Diese Art des Mehrfamilienhauses wird als Wohnbock beschrieben.[SM20]

Wohnblocks sind Wohngebäude vom Typ der Mehrfamilienhäuser und bestehen aus mehreren Wohneinheiten. Diese sind oft mit dem gleichen Layout neben- und übereinander innerhalb eines Gebäudes angeordnet. Anders als in Einfamilienhäusern teilen sich die Bewohner eines Mehrfamilienhauses in der Regel gemeinsame Räume wie Flure, Treppenhäuser und manchmal auch einen Garten oder den Innenhof. Weitere Gemeinschaftsräume können sich in den Erdgeschossen oder Kellern der Gebäude befinden. Mehrfamilienhäuser können auch als Hochhäuser gebaut werden, die viele Stockwerke haben und oft in städtischen Gebieten zu finden sind. Diese Gebäudeeinheiten können ähnlich dem Einfamilienhaus verschieden angeordnet sein.[Grü21, S. 150ff]

Eine mögliche Verteilung dieser ist in Abbildung 2.2 zu sehen. Für die Untersuchung im späteren Teil der Arbeit bietet sich die zweite Variante an, da sie aus einem kompakten Grundkörper besteht und somit die Fassade leicht verändert werden kann.

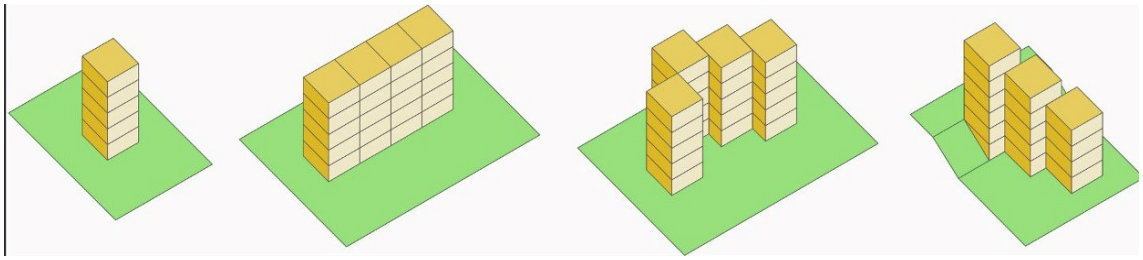


Abbildung 2.2.: Verschiedene Anordnungen der Einheiten von Geschosswohnungsbau [Grü21, S. 151]

Die Fassaden von Mehrfamilienhäusern können je nach Architekturstil und Zeitraum, in dem sie gebaut wurden, unterschiedlich gestaltet sein. Im Allgemeinen sind sie jedoch oft schlichter als die Fassaden von Einfamilienhäusern und haben weniger dekorative Elemente. Die Fassade kann aus verschiedenen Materialien bestehen, wie zum Beispiel Ziegelsteinen, Beton oder Putz. Oft gibt es Balkone oder Loggien, die den Bewohnern zusätzlichen Platz im Freien bieten. Auch große Fensterflächen sind typisch für Mehrfamilienhäuser, um eine gute Belichtung der Wohnungen zu gewährleisten. Balkone sind bei Mehrfamilienhäusern oft zu finden, da sie den privaten Raum im Freien bieten sollen, die ein gemeinsamer Garten oder Innenhof nicht bereitstellen kann.[Pur95]

Aus den genannten Merkmalen lassen sich folgende Eigenschaften für Mehrfamilienhäuser zusammenfassen:

- eine Eingangstür pro Gebäudeeinheit - mehrer Türen pro Gesamtgebäude
- mehrere Wohneinheiten über- und nebeneinander
- immer mehrere Stockwerke
- private Außenfläche nur in Form von Balkon möglich
- geringe individuelle Auslebung - Gefahr der Monotonie

Das Mehrfamilienhaus steht im Gegensatz zu dem Einfamilienhaus. Es umgeht die negativen Aspekte des Einfamilienhauses, beschränkt jedoch gleichzeitig die individuelle Gestaltung des Einzelnen. Befinden sich zu viele Wohneinheiten innerhalb eines Gebäudes sinkt zunehmend auch die Verantwortung des Einzelnen und die Anonymität steigt.[Grü21]

Einen ähnlichen Grundaufbau wie der Wohnblock hat das Bürogebäude. Dieses soll im Folgenden weiter betrachtet werden.

2.1.2. Bürogebäude

Ebenso wie bei Mehrfamilienhäusern ist das Ziel der Bürogebäude, effizient Platz zu nutzen. Mit dem Unterschied, dass der Fokus hierbei auf der Schaffung von Arbeitsraum liegt. Die Fassadengestaltung und der Lichteinfall dieser Gebäude ist dabei nach klaren Regeln definiert und setzt sich von denen eines Wohngebäudes deutlich ab.[ZMNI19]

Bürogebäude folgen im Allgemeinen der Struktur von Neubauhäusern im Stil von Wohnblocks. Sie dienen dazu, möglichst viele Büro- und Meetingräume in einem großen Gebäude unterzubringen und gleichzeitig ein angenehmes und produktives Arbeitsklima zu erschaffen. Der Fokus liegt hierbei besonders auf der Gestaltung von Lichteinfall, Temperaturregulierung und Privatssphäre innerhalb des Gebäudes. Alle drei Punkte in einem guten Gleichgewicht zu halten steigert die Effizienz der Mitarbeiter.[JNH20]

Auch Bürogebäude können sich in verschiedene Formen einteilen lassen. Eine besonders oft vorkommende Struktur ist, Zeile oder Ecke. Diese Form biete sich sehr gut für die Stilübertragung an[For23]. Auch auf die Gestaltung der Außenfassade wirken sich diese Punkte aus. Es lässt sich aus der Betrachtung der Energieeffizienz eine bestimmte Einschränkung in der Fassadengestaltung ableiten. So können besonders Jalousien oder Rollläden dafür sorgen, dass Strom durch Klima- oder Belüftungsanlagen gespart werden kann. dabei unterscheidet sich stark, ob die Rollläden einem automatischen Zeitplan folgen, oder manuell eingestellt werden können. Besonders die individuelle Reaktion auf unterschiedliche Wetterbedingungen kann einen großen Vorteil bei der Einsparung von Strom bedeuten. Nicht nur an warmen Tagen kann so viel Schatten gespendet werden, auch an kälteren Tagen mit viel Sonne können so Heizkosten gespart werden. Die Installation von Rollläden erfolgt meist über die Außenfassade, da so für alle Büroräume eine einheitliche Ausstattung in diesem Bezug geleistet werden kann.[FB14]

Der Energieverbrauch in Bürogebäuden gewinnt zunehmend an Bedeutung aufgrund seiner Auswirkungen auf das Arbeitsklima, die Betriebskosten und die Umwelt. Die Gebäudefassade spielt eine Schlüsselrolle in der Energieeffizienz von Bürogebäuden,

die eng mit dem Arbeitsklima und der Produktivität der Mitarbeiter verbunden ist. Die Optimierung der Energieeffizienz ist daher notwendig, da eine gut gestaltete Fassade den Energieverbrauch reduziert und Betriebskosten senkt. Der Standort eines Bürogebäudes beeinflusst ebenfalls die Energieeffizienz, da externe Bedingungen wie Temperatur und Licht je nach geografischem Standort variieren. Die gezielte Regulierung des Sonnenlichts durch intelligente Lösungen wie Sonnenschutzsysteme ist entscheidend. Die Fassadengestaltung sollte auf die Klimazone abgestimmt sein, um die Energieeffizienz zu maximieren. Gut isolierte Gebäude können den Energieverbrauch für Heizung und Kühlung reduzieren. Die Raumgestaltung, insbesondere in sensiblen Büros, spielt eine Rolle, um die Privatsphäre der Mitarbeiter zu schützen. Die ganzheitliche Betrachtung verschiedener Faktoren, einschließlich der Gebäudefassade und klimatischer Bedingungen, ist entscheidend, um die Effizienz zu steigern und das Arbeitsklima zu verbessern. Diese Maßnahmen tragen nicht nur zur Kostenreduktion bei, sondern haben auch positive Umwelteinflüsse.[OKA13]

Diese aufgeführten Merkmale der Bürogebäude lassen sich in der folgenden Liste zusammenfassen:

- zentraler Eingang
- mehrere Stockwerke
- viele Fenster

Weitere Typologisierungen von Gebäuden beziehen sich auf die Industriebauwerke, die Kultur- und Sakralbauten. Für diese drei weiteren Kategorien fällt es deutlich schwerer, eindeutige Merkmale festzuhalten, die sich ausschließlich anhand der Fassadengestaltung dieser ableiten lassen. Dennoch sollen sie im Folgenden kurz eingeordnet werden, um eine Grundlage für die Auswertung in Kapitel 5 zu schaffen. Besonders die ausgewählten historischen Architekturstile bedienen zum Teil Assoziationen mit den Kultur- und Sakralbauten.

2.1.3. Industriebauwerke

Dieser Bauwerke unterscheiden sich stark von den restlichen Gebäuden durch ihre Größe und die Weite der einzelnen Räume. Besonders gut ist das in der Form der Lagerhalle festzustellen. Diese besteht meist nur aus einem einzigen großen Raum, der sich über die Länge des gesamten Gebäudes erstreckt.[Den28]

Die Fenster sind meist hoch und in langen Reihen angeordnet, relativ eintönig, aber mit viel Lichteinfall nach innen. Das soll für viel Helligkeit am Arbeitsplatz sorgen. Moderne Hallen greifen auf Beleuchtung zurück und sind dementsprechend teilweise sogar ohne große Fenster konzipiert.[Haf18]

Die meisten gewöhnlichen Fertigungsbauten sind bei ausreichendem Gelände größerer Hallenbauten. Diese können ein- oder zweigeschossig mit integrierten Büroräumen sein.[Zig08].

Dieser Aufbau ist leicht ähnlich zu einem kleineren Bürogebäude, dennoch ist zu erkennen, wie sich die Gebäudearten voneinander unterscheiden. Fabrikgebäude können je nach Anwendungsgrundlage unterschiedlich ausgeprägte Formen haben. Was eine Vereinheitlichung ihrer Grundform erschwert. Besonders im Bereich der chemischen Verarbeitung tendieren die Gebäude in eine vermehrt vertikale Ausrichtung, als in anderen Produktionssektoren. Die Fassadengestaltung eines Industriegebäudes ist darauf ausgelegt ein einheitliches Bild zu erzeugen und nicht mehr als zwei verschiedene Baustoffe zu verwenden. Das schafft Wiedererkennungswert und kann bei Veränderungen der Fassade oder Reparaturen weiterhin ein einheitliches Bild vermitteln.[Neu60]

Wie die Industriebauten spielen auch die Kultur- und Sakralbauten eine untergeordnete Rolle. Sie sollen im Folgenden betrachtet werden, da sich beiden gewählten Architekturstilen eindeutig Kultur- und Sakralbauten zuordnen lassen.

2.1.4. Kulturbauten

In allen größeren Städten Europas lassen sich verschiedene Kulturbauten finden. Sie unterscheiden sich in Versammlungsstätten und Aufbewahrungsorte. Eine abgewandelte Variante sind Bildungseinrichtungen. Kulturbauten sind meist größere Gebäude oder Plätze, die ausreichend Raum für viele Menschen bieten. Sie definieren sich durch ihre Funktion, den Menschen einen Ort der kulturellen Zusammenkunft zu geben. Ihr Äußeres ist nicht weiter definiert und kann entsprechend der gezielten Funktion künstlerisch anders gestaltet sein und somit sehr individuell ausfallen.[Shi07]

Innerhalb dieser Arbeit wird sich auf die Betrachtung von Schlössern und ihrer Fassadengestaltung konzentriert. Diese Art der Kulturstätte wird im Besonderen

im Barock stark geprägt und kann einfach mit dieser Epoche der Kunstgeschichte in Verbindung gebracht werden. Besonders in den europäischen Machtzentren spielten diese Gebäude eine tragende Rolle und dienten als Machtsymbole und Herrschaftssitze.[Dal]

Schlösser repräsentieren eine einzigartige architektonische Gattung, die eine Verschmelzung von kulturellen und wohnlichen Funktionen darstellt. Obwohl heutzutage nur noch wenige Schlösser tatsächlich als Wohnstätten dienen, liegt in dieser Dimension eine ursprüngliche und grundlegende Bestimmung dieser architektonischen Bauwerke begründet. Historisch betrachtet wurden Schlösser in erster Linie als Manifestation der politischen und sozialen Macht ihrer Eigentümer konzipiert. Sie fungierten als eindrucksvolle Symbole, die den Status und die Repräsentation ihrer Herrscher in der jeweiligen Epoche unterstrichen. Dieses Streben nach Prachtentfaltung und Selbstdarstellung fand insbesondere in den Schlössern der Renaissance und des Barocks seinen Höhepunkt. Sie zeichneten sich besonders durch ihre monumentalen Ausmaße aus, wobei viele Schlossanlagen dieser Ära von weitläufigen Parkanlagen umgeben waren, die die Absicht einer opulenten und wohlhabenden Inszenierung ihrer Bewohner noch verstärkten.[Eve19]

Eines der berühmtesten Beispiele dieser Art ist das Schloss Versailles in Frankreich. Es diente als der ultimative Machtbeweis des französischen Königs und sein Bau bekrönte die Herrschaftsform des Absolutismus. Bis heute ist es eine eindrucksvolle Schlossanlage und wurde über die Jahrhunderte immer wieder erweitert oder umgebaut. Heutzutage dient es als Museum für die gesammelten Kunstschätze dieser Zeit. Schon zu Zeiten der französischen Herrscher waren große Teile des Schlosses alleine den Künsten vorbehalten und dienten in dieser Zeit als persönliche Galerien und Museen. Gästen konnten so der unermessbare Reichtum des Herrschers präsentiert werden.[AF88]

2.1.5. Sakralbauten

Im Verlauf dieser Arbeit wird sich vor allem auf die christlichen Sakralbauten des 13. Jahrhunderts konzentriert. Diese sind besonders stark durch den Gotischen Stil geprägt. Zu dieser Zeit hatte die Katholische Kirche im europäischen Raum eine große Vormachtstellung und besonders durch den Ablasshandel viel Geld und Vermögen in ihrem Besitz, um große Projekte, wie den Bau neuer, imposanterer Kirchen in

Auftrag zu geben. Diese neuen Bauten sollten die Macht dieser Religion und aller ihrer Anhänger beziehungsweise Vertreter deutlich hervorheben und gleichzeitig im gemeinen Volk Ehrfurcht vor der Vergeltung und das Fegefeuer in der Hölle erzeugen, und sie somit zu einem frommen Leben mahnen.[Mon]

Eine Kirche ist eine religiöse oder spirituelle Versammlungsstätte, die in der Regel für Gottesdienste, Gebete und religiöse Zeremonien genutzt wird. Sie ist ein architektonisches Gebäude, das oft eine zentrale Rolle im Glauben und in der Gemeinschaft einer religiösen Gruppe oder Konfession spielt. Kirchen können in verschiedenen kulturellen und architektonischen Stilen errichtet werden und zeichnen sich oft durch Merkmale wie Altäre, Bänke oder Sitzreihen für die Gläubigen, religiöse Symbole, Kirchenfenster, Orgeln und Glockentürme aus. Kirchen dienen nicht nur als Orte des Glaubens und der Anbetung, sondern können auch soziale, kulturelle und bildende Funktionen für die Gemeinschaft erfüllen. Sie sind historisch und kulturell bedeutsame Bauwerke und spielen eine wichtige Rolle im religiösen Leben vieler Menschen weltweit.[Gig20]

2.2. Architekturstile

Um die Vergleichbarkeit der Stilelemente zu gewährleisten sollten zwei Stile ausgewählt werden, die eine ähnliche Dichte an Gestaltungselementen aufweisen, sich aber dennoch klar voneinander trennen lassen. Ebenso sollten sie sich nicht in der Moderne verordnen lassen, da dieser Baustil als Grundlage für die zu verändernden Bauwerke ausgewählt wurde. Das schafft die Voraussetzung einer klaren Linienführung und zum Großteil schmuckloser Fassendwände. So heben sich die historischen Dekorelemente deutlich von ihrem Untergrund ab und es bietet eine saubere Struktur die sich einfach erweitern lässt. Dekorelemente beeinflussen Gebäude in ihrer Gesamtheit und verleihen ihnen einen Charakter. Sie sind Teil des Baustils und vermitteln ein bestimmtes Gefühl beim Betrachter.[SHS12]

Es wurde sich entschieden, die Architekturstile der Gotik und des Barocks zu verwenden. Beiden sind viele Dekorationselemente eigen und sie bieten unterschiedliche historische Hintergründe. Architketurstile klassifizieren verschiedene Architektonische Bauwerke anhand ihrer historischen Epoche, ihrer Region oder kulturellen Beeinflussung. Jeder Stil definiert bestimmte Formen, Designregeln, Techniken und Materialien für die Gebäudekonstruktion. Mit der Weiterentwicklung verschiedener

Stile, erhielten sich verschiedene Elemente und Modifikationen aus früheren Epochen. Sie tauchen in zum Teil in ähnlicher oder leicht abgewandelter Form wieder auf.[SHS11]

2.2.1. Gotik

Der gotische Stil entstand im 12. Jahrhundert und dauerte in bestimmten Gegenden Europas bis ins 15. Jahrhundert an. Er ist geprägt von nach oben und in die Länge strebenden Bauelementen. Meist sind es sehr filigrane Bauwerke, die von äußerlich angebrachten Strebewerk gestützt werden um das Gebäude in seiner Gesamtheit statisch zu stabilisieren.[Gym13]

Besonders im Bereich der christlichen Sakralbauten in Europa hat die Gotik die Zeit nach der Romanik geprägt. Es wurde begonnen, Kirchenfassaden deutlich stärker zu gestalten und auszuschmücken. Die Gotik ist weniger ein Architektursystem, dass sich mit den Grundrissen der Bauwerke auseinandersetzt, sondern den Fokus auf die Ornament- und der Lichtgestaltung legt.[rW07]

Dieser Wandel ging von Frankreich aus und erstreckte sich im Laufe der Zeit über ganz Europa. Beginnend mit Ludwig VI. entwickelte sich in Frankreich eine zunehmend stärkere Bindung zwischen König und Kirche. Die Kirche erhielt Stück für Stück mehr Rechte und Eigenverantwortung, während der König seine eigene Macht festigte. Diese starke Verknüpfung führte später dazu, dass der König als Stellvertreter Gottes angesehen wurde.[Sto11]

Durch den zunehmenden Reichtum der christlichen Kirche war es möglich, detailreicher und künstlerischer zu bauen. Die Kirche sollte eine Demonstration der Macht und Erhabenheit sein und in diesem Sinne entwickelte sich die Architektur weiter. Das Streben nach durchbrochenen Außenwänden und Fassaden mit fein strukturierten Fenstern und Spitzbögen wurde immer stärker. Das unterstützten vor allem Elemente wie Wimpergen, die eine Art Ziergiebel über Fenstern und Torbögen bildeten und das Streben in die Höhe unterstützten. Sie zogen die Elemente optisch in die Länge und lenkten den Blick des Betrachters nach oben. Das durchbrechen der starken Außenwände mit Hilfe lang gezogener Fenster brachte mehr Licht in den Innenraum und sollte die erleuchtete so metaphorisch auch die betende Gemeinde.[Mon13]

Es wurde stärker Wert auf positivere Erzählungen der Bibel gelegt und mit Hilfe bunter Glasfenster konnten auch christliche Geschichten in Bildform erzählt und der analphabetischen Gemeinde näher gebracht werden.[Hod14]

Die wesentlichen Merkmale der Gotik lassen sich in folgender Liste zusammenfassen. Diese Merkmale werden im weiteren Verlauf der Arbeit weiter betrachtet werden und spielen eine tragende Rolle bei der Erstellung der Testobjekte.[Got19]

- **Fenster:** filigran und fein strukturiert mit integriertem Maßwerk, in die Höhe strebend
- **Strebewerk:** äußerlich zur Standfestigkeit des Gebäudes
- **Wimperge:** Ziergiebel über Portalen und Fenstern
- **Fiale:** schlankes flankierendes Türmchen, das in der gotischen Architektur die hochstrebende Bauweise betont
- **Maßwerk:** filigranes Gestaltungselement in geometrischer Form der Fenster, ornamentähnlich
- **Fensterrosen:** kreisrunde Fenster mit Maßwerk
- **Krabbe:** schmückendes Gestaltungselement in Form von gefalteten Blättern oder gebogenen Spitzen, oft entlang von Kanten platziert
- **Wasserspeier:** architektonisches Element zur Ableitung des Regenwassers
- **Kreuzblume:** kreuzförmige Bekrönung für Turmspitzen und Fiale

Einige dieser Designelemente sollen im Folgenden kurz bildlich dargestellt werden. Besondere Fokus liegt hierbei auf der Fenstergestaltung, die in der Gotik eine tragende Rolle spielt.

(a) Fiale mit Kreuzblume und Krabben[1]

(b) Wimperge über Kirchentor[2]

Abbildung 2.3.: verschiedene Elemente der Gotik

Fenstergestaltung

Der gotische Architekturstil ist geprägt von nach oben in den Himmel strebenden Linien und ausgeprägten geometrischen Ornamenten. Diese Eigenschaften spiegeln sich besonders in der Architektonik der Fenster wieder. Eine essentielle Rolle bei der Gestaltung dieser spielt das Maßwerk. Beispielhafte Formen dafür sind in Abbildung 2.4 zu sehen. Sie bilden die Grundlage für die Aufteilung der Fenster und die Anordnung der Fenstersegmente.[Jes06]

[1] https://pixabay.com/de/photos/fialen-zierform-domspitzen-1684712/
[2] https://pixabay.com/de/photos/kirche-tor-kirchentor-tür-1114559/

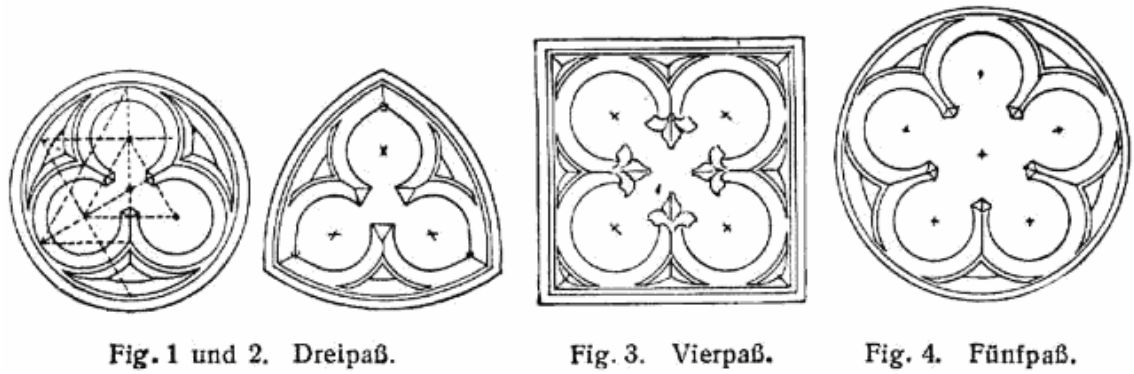
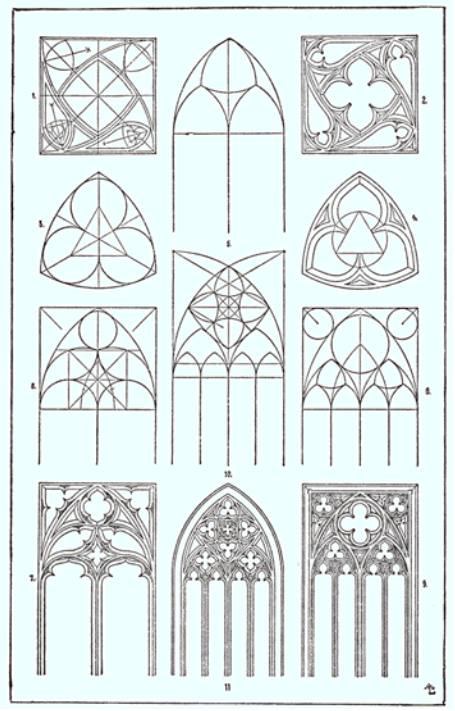


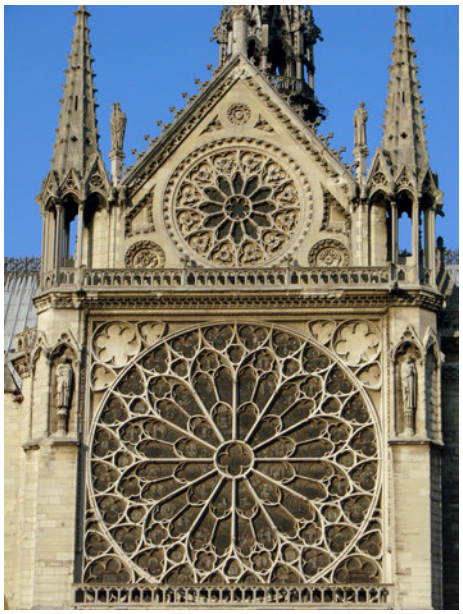
Abbildung 2.4.: verschiedene geometrische Grundlagen für Maßwerkformen[3]

Mit Hilfe dieser Ornamente werden in der Gotik klassische Kirchenfenster, wie Rundfenster oder Fensterrosen aufgebaut und gestaltet. Beispiele dafür sind in Abbildung 4.3 zu sehen. Diese einzigartige Ausschmückung der Fenster dient vor allem der sakralen Gestaltung und dem Hervorheben bestimmter christlicher Erzählungen. Besonders durch die bildliche Darstellung der Bibelgeschichten konnten die Werte des Christentums auch dem einfachen Volk näher gebracht werden. Es wurde so stärker in die Kirche integriert.[Hod14] Diese starke Verbindung mit dem christlichen Glauben unterstütze die Entwicklung der intensiv verzierten Fenster und auch das im gesamten gotischen Stil manifestierte Streben in die Höhe und Länge.[BV57]

[3]https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:L-pass.png



(a) Maßwerk für verschiedene Fenster[4]



(b) zwei Fensterrosen übereinander - südliche Querhausfassade des Notre-Dame de Paris[5]

Abbildung 2.5.: verschiedene Fensterarten der Gotik

Diese Fensterarten sind besonders typisch für die gotische Architektur. Im speziellen die Fenterrosen sind auch ein oft in sakralen, europäischen Baurwerken immer wieder auftretendes Merkmal. Sie lassen viel Licht herein und erzeugen gleichzeitig ein transzendentes Erlebnis für die Gemeinde im inneren des Gebäudes.[Kle13]

Auch in der Stilrichtung des Barocks spielt die Fenstergestaltung und der Lichteinfall eine wichtige Rolle. Die Sonneneinstrahlung beeinflusst die Innengestaltung und Aufteilung der Räume. Das spiegelt sich auch in der Gestaltung der Fassade dieser Gebäude wider.

[4]https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Orna019-Masswerk.png
[5]https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Rose_du_transept_Sud_Notre-Dame_de_Paris_170208_03.jpg

2.2.2. Barock

Der Barock beschreibt eine kunstgeschichtliche Epoche vom 16. Jahrhundert an und geht in bestimmten Teilen Europas bis ins 18. Jahrhundert hinein. Diese folgte auf die Zeit der Renaissance und der Aufklärung und spiegelt in ihrer Architektur eine Veränderung der Gesellschaft wieder. [6] Einen wesentlichen unterschied bildet der Übergang von Sakralbauten zu Regierungsgebäuden und Fürstenschlössern. Die Gebäuden erhielten weltlichere Funktionen. Dieser Übergang ist in der Verlagerung des Reichtum des Adels und der Könige Europas begründet. Durch die Aufklärung wurde sich in den royalen Kreisen vermehrt der Wissenschaft zugewandt und die Kirche und ihre Macht rückte in den Hintergrund. Das vorhandene Geld wurde nun nicht mehr in das Seelenheil und das Leben nach dem Tod investiert, sondern sollte das aktuelle Leben so angenehm und prunkvoll wie möglich gestalten. Es kam in Europa zu einem Wandel in den Ansichten und so auch in der Architektur. Geprägt durch die vorangegangene Renaissance entwickelte sich die Gestaltung der Gebäude weiter.[Gym13]

Der Anstieg des Bauens von Lustschlössern für den Adel prägte diese Zeit. Ein besonders eindrucksvolles Beispiele dafür ist der Bau Versailles unter Ludwig XIII. Der Beginn des Baus startete in der Hochzeit des Barock im Jahre 1623 und es seine Fertigstellung dauerte mehr als ein halbes Jahrhundert.[7] Es ist das Vorbild zu jener Zeit und prägt den Stil des Barocks nachhaltig. Besonders der mit diesem Schloss verbundene Reichtum liegt auch in der langen Herrschaft der französischen Könige zu dieser Zeit begründet.[8]

Der Barock unterscheidet sich von der Gotik deutlich in seiner Dynamik und Linienführung. Im Gegensatz zu den in der Gotik bevorzugten Geraden, die in die Höhe ziehen, strebt die Architektur des Barock eher geschwungene und dynamische Linien an und versucht die konkav-konvexen Kontraste deutlich hervorzuheben. So spielt das Abgrenzen verschiedener Bereiche voneinander, sowie das deutliche Hervorheben von Kuppeln und Schmuckelementen eine wichtige Rolle. Das Dekor folgt einer deutlich floraleren Ästhetik und weltliche Eigenschaften werden intensiver integriert.[Erb08]

[6] https://antikpool.de/die-epochen/epochen/barock
[7] https://www.pariscityvision.com/de/versailles/geschichte-schloss-versailles
[8] https://en.chateauversailles.fr/discover/estate/palace

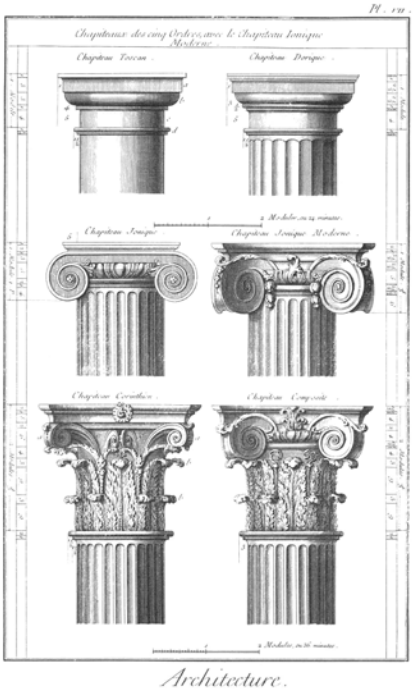
Ein oft genutztes Element ist die Kolossalordnung. Sie bezeichnet alle Fassadenbestandteile, die sich über zwei Etagen erstrecken. Besonders oft handelt es sich dabei um Säulen und Pilaster. Diese bilden ebenfalls ein zentrales Element des Barocks und der Renaissance, da sich im Zuge der Aufklärung viel mit der Antike und ihrer Wissenschaft befasst wurde. In diesem Zusammenhang nahm die antike Architektur großen Einfluss auf die Stilprägung des Barocks. Das spiegelt sich in den Rekonstruktionen der korinthischen Säulen wieder. Korinthische Säulen sind eine Säulenart, die in der Spätantike oft verwendet wurde, um den Reichtum der Herrscher und Götter darzustellen. Diese Art der Kapitelle für die Säulen ist rechts in Abbildung 2.7 zu sehen. Dieses Bild passte auch im Barock besonders gut zu der prunkvollen und überbordenden Gestaltung der Gebäude. Sie sollten den Überfluss und den Reichtum der herrschenden Adligen für alle sichtbar darstellen.[Lyt74]

Die wesentlichen Merkmale des Barocks lassen sich in folgender Liste zusammenfassen. [Bar22]

- **Kolossalordnung:** über zwei Geschosse verlaufende Säulen oder Pilaster
- **Pilaster:** Säulen ohne statische Funktion zur optischen Gliederung von Wänden und Fassaden
- **Kuppeln:** prunkvolle, verzierte, hohe Kuppeln auf Dächern
- **Gesprengter Giebel:** in der Mitte geöffneter Giebel zur Gestaltung von Fassaden
- **Volute:** schmückendes schneckenförmiges Gestaltungselement
- **Kolonnaden:** Säulengang mit geradem Gebälk
- **Kartusche:** schmückendes Gestaltungselement (dient sich selbst als Schmuck, meistens Wappen, Porträts, Bildnisse oder Inschriften)
- **Skulpturen:** Darstellung antiker Gottheiten
- **Treppen:** Geschwungene, große Treppen im Außenbereich

Die hier aufgeführten Elemente sind in den nachfolgenden Bildern zu sehen und bilden die Grundlage für die späteren Dekorelemente, die in Kapitel 4 beschrieben werden. Diese Elemente dienen Beispielhaft als Vorlage für die entwickelten Elemente für die Untersuchung.

(a) Pilaster neben einem Fenster[9]



(b) Säulenordnung aus dem 18. Jahrhundert [10]

Abbildung 2.6.: verschiedene Elemente der Gotik

Weitere sehr imposante Elemente bilden dabei die Dächerkuppeln des Barock. Sie wirken zum Teil sehr überladen mit Dekoration, sind aber einen wichtigen Kern dieser Stilrichtung. Sie heben den Reichtum noch einmal in einer dynamischen und epischen Art näher Richtung Himmel und präsentieren der Welt die Kunstfertigkeit ihrer Architekten und Baumeister. Diese Rundkuppel dient in der sakralen Bauweise auch der Akustik. Durch ihre physikalische Form lenkt sie den Schall besonders gut um und kann somit für bestimmte auditive Phänomene genutzt werden.[Her01]

[9] https://pixabay.com/de/photos/bydgoszcz-pilaster-architektur-903739/
[10] https://de.wikipedia.org/wiki/Säulenordnung/media/Datei:Classical_orders_from_the_Encyclopedie.png

(a) Kuppel der Frauenkirche in Dresden[11]

(b) Kolossalordnung am Schloss Ludwigsburg[12]

Abbildung 2.7.: übergeordnete Elemente der Gotik

Einige der zentralen Elemente des barocken Stils sind die Balustrade und die Giebel über den Fenstern. Besonders bei den Giebeln finden sich verschiedene Formen. Es gibt dreieckige Giebel, gesprengte Giebel, Schweifgiebel und Voluntgiebel. Jede Giebelart definiert sich über eigene Merkmale. Besonders im Barock finden sich die Giebelarten nicht nur an Dachkanten, sondern im kleinen Stil und oft vereinfacht auch über jedem Fenster wieder. Hierbei wird ebenfalls zwischen einzelnen Formen unterschieden.[SHS12] Beispiele für unterschiedliche Fenstergiebel sind in Abbildung2.8 zu sehen. Eine vereinfachte Version dieser Fenstergiebel wird im späteren Verlauf der Arbeit noch eine Rolle spielen.

[12]https://pixabay.com/de/photos/frau-kirche-dresden-architektur-3681383/
[12]https://pixabay.com/de/photos/schloss-ludwigsburg-barock-park-3397469/

Abbildung 2.8.: Verschiedene Giebelarten über Fenstern[13]

Für die Testuntersuchung wird der Dreiecks- oder Tempelgiebel eine hervorgehobene Rolle spielen und soll im Folgenden kurz eingeordnet werden. Es handelt sich um eine flache Dreiecksform, die besonders in der Antike geschätzt wurde, um den Eingang zu den Tempeln der Götter zu bekrönen und war meist mit mythologischen Erzählungen verziert. Im Zuge der Renaissance wurde auch dieses Element der Antike wieder aufgegriffen und erfreute sich auch zu Zeiten des Barocks noch großer Beliebtheit.[Kub63] Wie oben beschrieben gibt es diese Giebelform in einer kleineren Variante in Abbildung 2.8 über den Fenstern zu sehen. Der ebenfalls dargestellte Rundgiebel über den Fenstern wird in Kapitel 4 der Arbeit wieder aufgegriffen und dient als Dekorationselement in der Untersuchung.

Die aus dem Stil abgeleiteten Elemente sind für die Rekonstruktion der verschiedenen Dekorationen wichtig. Die herausgearbeiteten Merkmale bilden die Grundlage für die in Kapitel 4 erstellten Assets. Mit Hilfe der Kombination aus verschiedenen Elementen innerhalb der einzelnen Stile lassen sich die verschiedenen Gebäude verändern und können auf das Erkennen ihrer Funktionsweise untersucht werden.

Besonders die Tabelle 3.1 in Kapitel 3 basiert auf den hier aufgeführten Grundlagen und bildet das Fundament für die in Kapitel 4 erstellten Elemente.

[13]https://pixabay.com/de/photos/portal-treppe-historisch-3196730/

2.3. Wahrnehmung

Im Zusammenhang mit der virtuellen Betrachtung und dem Erkennen einer Funktion, wird im folgenden Abschnitt auf die Wahrnehmung und Mustererkennung des Menschen eingegangen. Das Kategorisieren ist eine Grundfunktion des menschlichen Verstandes, um sich das Leben zu vereinfachen. Es hilft dabei, unsere Umgebung schneller einzuordnen und schneller zu erkennen, ob sich eine potentielle Gefahr in unserer Umgebung befindet. Diese Funktionsweise soll so lange es geht verhindern, dass das Gehirn überfordert wird und zu viele Informationen auf einmal verarbeitet werden müssen.[BR20]

Menschliche Wahrnehmung wird durch unsere Sinne bestimmt und ist stark abhängig von unserer erlernten Prägung. So kann innerhalb einer Menschengruppe ein sehr unterschiedlich ausgeprägter Orientierungssinn existieren. Das steht in starkem Zusammenhang mit der physischen Bewegung des Menschen. Erfahrungswerte bilden die Grundlage des menschlichen Bewertungssinns. Das Einordnen von optischen Reizen und die Klassifizierung dieser bilden die Grundlage der menschlichen Orientierung. Besonders ausgeprägt ist dabei die Mustererkennung, da sie besonders hilfreich dabei ist, schnell auf bestimmte Umstände und Reize zu reagieren. Dieses angelernte Verhalten hat dem Menschen das Überleben gesichert.[Mat14]

Besonders im Bereich der Videospielentwicklung und bei der Erstellung virtueller Welten, sollte auf dieses Verhalten geachtet werden. Menschen erkennen sehr gut sich wiederholende Muster und merken sich repititive optische Reize. Besonders bei der Umgebungsgestaltung kann das zu einem Immersionsbruch führen, und somit die Erfahrung des Spielers negativ beeinflussen.[WGS23]

Mustererkennung kann aber auch als essentielle Mechanik innerhalb eines Spiels benutzt werden. Mit ihrer Hilfe, und dem richtigen Anwenden kann das Erlebnis des Spielers deutlich verbessert werden. So können gut in die Umgebung integrierte optische Hervorhebungen den Spieler durch ein Level leiten, oder ihm anzeigen, wann er klettern kann und wann dies nicht möglich ist.[MEN10] Da der Mensch besonders stark auf optische Reize reagiert, muss besonderer Fokus auf den visuellen Mustern innerhalb eines Spiels liegen[Gel53].

Seitdem Computerspiele dazu fähig sind, einen dreidimensionalen Raum darzustellen, spielt auch die Tiefenwahrnehmung in der Videospielentwicklung eine wichtige Rolle. Auch der Orientierungssinn ist zu berücksichtigen, da sich die Spieler durch

einen virtuellen Raum bewegen können und somit besonders im Open World Genre darauf angewiesen sind, sich mit Hilfe von Landmarken und Karten in diesen Welten zu orientieren.[VDBNR98]

Menschliche Mustererkennung bei visueller Wahrnehmung

Das Einprägen und Wiedererkennen von Mustern ist tief im menschlichen Intellekt verankert. Visuelle Reize werden über das Auge aufgenommen und im Gehirn verarbeitet. Dabei werden akut relevante Informationen extrahiert und durch ein Abgleichen mit bereits gespeicherten Erinnerungen interpretiert. Dieser Vorgang erfolgt über eine Zwischenspeicherung im Kurzzeitgedächtnis und einer darauf folgenden Aktivierung des Langzeitgedächtnisses. Dabei ist die menschliche Erinnerung in Segmente unterteilt und sequentiell abgespeichert. Sie folgen einer hierarchischen Struktur, die auf Verknüpfungen untereinander basiert. Daraus ergibt sich für den Menschen die Möglichkeit, einen neuen Reiz mit bereits erlernten Mustern zu vergleichen und dabei parallel verschiedene Sequenzen abzulaufen. Der gesamte Vorgang findet im Neokortex statt, dem motorischen und multisensoriellen Teil der Großhirnrinde.[Kur13]

Die grundlegende Funktion der Gehirne aller Tiere besteht darin, Informationen zu codieren und zu integrieren, die durch sensorische Eingaben aus der Umgebung erworben wurden, und anschließend adaptive Verhaltensreaktionen zu generieren. Die über äußere Reize wahrgenommenen Informationen werden mit bereits vorhandenen Mustern abgeglichen und eingeordnet. Besonders visuelle und auditive Muster spielen dabei eine umfassende Rolle im Bereich der Wahrnehmung des Menschens.[SGS11]

Mustererkennung wird als die Verarbeitung und Integration von bereits vorhandenen mentalen Mustern definiert. Diese können genutzt werden Entscheidungen zu treffen und an anderen Individuuen weitergegeben werden. Die Mustererkennung des Menschen beinhaltet das Erstellen von Karten der physischen Umgebung und die darin gespeicherten Informationen, die zur Orientierung benutzt werden könnnen. Gedankliches Erstellen von Karten ist stark von der Ausprägung des Hippocampus abhängig. Das Wissen um die menschliche Wahrnehmung ist für den Aufbau der Untersuchung von tragender Natur. Es bildet die Grundlage für die Zuordnung der verschiedenen Funktionen der Gebäude. Diese Funktionsarten sind erlernt und können über das Prinzip der Mustererkennung angewendet werden.[dC15]

Die Untersuchung bezieht sich auf die Mustererkennung des Menschen. Die gelernten Muster der Gebäudegrundstrukturen sollen angewendet werden. Der Punkt an dem die Mustererkennung entkoppelt wird und kein mentaler Abgleich und eine Einordnung in vorhandenen Kategorien stattfinden kann, ist der an dem die Veränderung der Gebäude zu groß geworden ist[Fah94]. Dann entfällt der Wiedererkennungswert und der Mehrwert für die Erstellung von Inhalten für virtuelle Anwendungen im Bezug auf die Untersuchung der Funktionseinordnung. Die verschiedenen Gebäudetypen sollen so erstellt werden, dass genau dieser Aspekt der Wiedererkennung untersucht werden kann.

2.4. Prozedurale Kontentgenerierung

Um die Erstellung der Gebäude möglichst schnell und effizient zu gestalten, wurde sich im Laufe dieser Arbeit mit prozeduraler Kontentgenerierung beschäftigt. Diese Art und Weise Inhalte zu kreieren ermöglicht es, die exakt gleichen Grundformen und Grundrisse zu benutzen und diese an festgelegten Stellen schnell zu verändern. So ist für die Untersuchung dieser Arbeit eine Vergleichbarkeit der beiden historischen Stile gewährleistet.[TKSY11]

Die Autoren (shaker, togelinus, nelson 2016) beschreiben in ihrem Buch prozedurale Kontentgenerierung als algorithmische Kreation von Spiele-Kontent mit eingeschränktem oder nur indirektem Eingriff durch Benutzer. Es scheint einer Computersoftware gleichzukommen, die alleine oder mit Hilfe eines Menschen sehr viel Kontent generieren kann, der in Videospielen oder digitalen Anwendungen gebraucht wird. Sie beschreiben diesen Vorgang folgendermaßen:

> „Procedural content generation (PCG) in games refers to the creation of game content automatically, using algorithms.“ [TKSY11]

Diese Formulierung ist sehr weitgreifend und kann unterschiedlich ausgelegt werden. Auf den Entwicklungskontext von Videospielen bezogen soll sie im Folgenden kurz betrachtet werden.

Prozedurale Kontentgenerierung ist eine Technik, die in der Spieleentwicklung benutzt wird um verschiedene Inhalte, wie zum Beispiel Level, Karten, Charaktere und Items mit Hilfe von Algorithmen zu erstellen, anstatt sie einzeln und manuell

zu designen. Das kann Zeit und Resourcen sparen und erlaubt es mehr Variation einzubringen und speziellere Sachen zu kreieren. Die schnelle Kontenterstellung kann dabei helfen, dynamischere und unvorhersehbare Erfahrungen für die Spieler zu schaffen. Wird es im Bereich der Weltengenerierung benutzt, kann es einen hohen Wiederspielwert erschaffen und somit die Konsumenten länger im Spiel halten. Prozedurale Kontentgenerierung wird oft in Videospielen benutzt um Inhalte automatisch herzustellen, ohne das menschliche Designer manuell Einzelteile kreieren müssen. [TCL+13]

Sie kann auf viele praktische Arten innerhalb der Gamesindustrie geutzt werden. Hauptsächlich wird sie genutzt um unterschiedlichen und einzigartigen Spielekontent zu kreieren, zum Beispiel Level, Landkarten, Aufgaben, Texturen, Charaktere, Vegetation, Regeln, Dynamiken und Strukturen. Zusätzlich kann prozedurale Kontentgenerierung dynamischen Kontent während des Spielens generieren. Was dazu führen kann, dass die Spieler eine personalisiertere Erfahrung innerhalb des Spiels erleben.[HMVDVI13]

Diese Art und Weise der Kontentgenerierung hilft bei der schnellen Erstellung von dreidimensionalen Inhalten. Es bietet zusätzlich die Möglichkeit, bestimmte Designelemente an genau der gleichen Position auszutauschen. Dieser Vorteil hilft, die zu untersuchenden Objekte schneller umzugestalten. Ebenso ist es einfacher, die einzelnen Abstufungen der Untersuchung anhand der Anzahl der Dekorelemente zu definieren. Aufgrund dessen wurde sich entschieden, den Untersuchungskontent dieser Arbeit mit Hilfe von prozeduraler Kontentgenerierung zu erstellen. Vornehmlich wurde mit dem Programm Houdini gearbeitet, da eine Wissensgrundlage für diese Software existiert. So konnten durch die Realisierung mit Hilfe der prozeduralen Kontentgenerierung die Gebäude innerhalb der zwei gewählten Stile schnell verändert werden und es standen für die Tests mehr Untersuchungsobjekte zur Verfügung.[STN16]

Diese Vorgehensweise bildet die Grundlage für die erstellte Anwendung mit Hilfe derer die Gebäude generiert werden sollen. Im folgenden Kapitel wird sich ausführlich mit den Anforderungen und Spezifikationen der Anwendung beschäftigt.

3. Anforderungen und Konzeption

Im folgenden Kapitel soll kurz der Aufbau der Untersuchung erläutert werden und ein Überblick über die genutzten Bauwerke als Gegenstand der Untersuchung, gegeben werden. Anschließend werde die Inhalte des Fragebogens betrachtet.

3.1. Konzeption

Anhand der Forschungsfrage wurde beschlossen Gebäude verschiedener Grundfunktionen zu generieren und diese durch eine Stilübertragung der beiden ausgewählten Architekturstile zu verändern. Ziel ist dabei festzustellen, ob die Grundfunktion der Häuser wiedererkennbar ist, obwohl eine äußerliche Veränderung stattgefunden hat.

Es werden innerhalb der Betrachtung verschiedene Parameter definiert, anhand derer die Gebäude untersucht werden sollen. Darunter fallen die konkreten Abmessungen der Gebäude, sowie die Anzahl der einzelnen Dekorelemente. Diese Aufteilung soll pro Grundgebäude und Epoche untersucht werden.

Es sollen pro Architekturstil zwei Stufen der Dekorationsausprägung pro Bauwerk existieren. Diese Abstufung dient der Einteilung in verschieden stark ausgeprägte Veränderungen und der Untersuchung, ob eine stärkere Veränderung zu anderen Ergebnissen führen kann. Ebenso ist diese Einteilung eine Grundlage für die in der Befragung angesprochenen Aspekte der besonderen Funktion innerhalb von Videospielen oder virtuellen Umgebungen.

Ebenso soll ein unverändertes Grundgebäude in die Betrachtung miteinbezogen werden. Dieses dient dem Vergleich, ob die Grundfunktion auch ohne die Stilübertragung richtig zugeordnet werden kann. Stimmt diese Einordnung, könnte es sein, dass auch die veränderten Gebäude in ihrer Grundfunktion besser zugeordnet werden können und die Funktion besser erkannt werden kann.

Die Untersuchung beschäftigt sich mit dem Wiedererkennungswert von Gebäudefunktionen, wenn deren Außenfassade optisch verändert wurde. Basierend auf den in den Grundlagen festgehaltenen Informationen zur menschlichen Wahrnehmung, liegt der Fokus des Experimentaufbaus auf der Mustererkennung des Menschen und den erlernten Funktionen der Gebäude.

Ziel ist es festzustellen, ob trotz der veränderten Fassade der Betrachter in der Lage ist, die Funktion des Gebäudes zu erkennen. Dieser Erkenntnisgewinn kann dazu beitragen, bei der digitalen Darstellung von Gebäuden über mehrere Epochen hinweg zu helfen. So könnte der gleiche Grundkörper verwendet werden und sich nur die Fassade verändern. Was wiederum eine deutliche Vereinfachung in der Entwicklung bedeuten würde. Dieses Prinzip lässt sich nicht nur bei der Abbildung von historischen Umgebungen anwenden, sondern kann auch in der Spieleentwicklung eine unterstützende Rolle einnehmen. So wäre es deutlich einfacher für die Spieleentwickler, gleiche Grundkörper innerhalb ihrer Spielumgebung zu platzieren und sie je nach Region anders optisch zu gestalten. Bestätigt sich die These, dass der Betrachter trotzdem die Funktion zuordnen kann, ist dies eine starke Orientierungshilfe für den Spieler innerhalb seiner Umgebung.

Für die Umsetzung der Untersuchungen wurde entschieden, die geplanten Modelle mit Hilfe der prozeduralen Kontentgenerierung zu erstellen. Wie in Kapitel 2.4 schon ausgeführt, ermöglicht das eine schnellere Vorgehensweise und das direkte Austauschen der Dekorelemente an genau festgelegten Stellen an den Gebäuden. Auch die Anzahl der auszutauschenden Dekorelemente ist gleich. Dieser Vorgang gewährleistet die Vergleichbarkeit innerhalb des Testaufbaus und lässt einen Abgleich der durch die beiden Architekturstile veränderten Gebäude zu. Die prozedurale Generierung durch Houdini ermöglicht es ebenfalls, alle Elemente an die Größe und Dimensionen der einzelnen Gebäude anzupassen und somit bei jedem Gebäude die Elemente passend einzufügen.

Für die Evaluation wurde ein Fragebogen konzipiert, der parallel zu einer 3D-Ansicht der Objekte ausgefüllt werden muss. Diese Anordnung soll helfen, einen möglichst ungefilterten Eindruck der Probanden festzuhalten. So soll der Verlust durch das Kurzzeitgedächtnis des Menschen minimiert werden[SW19]. Die 3D- Ansicht soll gewährleisten, dass die Teilnehmer einen vollen Eindruck der Gebäude bekommen und ihre Dimensionen und Größe vollumfänglich wahrnehmen können, ohne eine Verzerrung durch ein zweidimensionales Bild zu erfahren. Diese Darstellung der

Untersuchungsobjekte wird in einem externen Umfragetool realisiert werden und kurz in Kapitel 4 erwähnt.

Insgesamt soll jeder Proband 15 Gebäude ansehen und bewerten. Drei Grundgebäude ohne jegliche Stilveränderung und pro Stil zwei veränderte Bauwerke. Wobei es jeweils eine schwächer und eine stärker veränderte Version der Gebäude geben soll. Somit entstehen pro Grundfunktion jeweils fünf verschiedene Gebäude. Diese Abstufung der Stilveränderung soll eine Tendenz innerhalb der Stile verdeutlichen und die Betrachtung insoweit erweitern, dass eine Überladung der Objekte ausgeschlossen werden kann.

Diese Gebäude sollen nach verschiedenen Kriterien untersucht werden. Der größte Fokus liegt hierbei auf der Funktion der Gebäude und der Einordnung dieser. Weiterhin soll betrachtet werden, in welchem Zusammenhang die Wahrnehmung der Gebäude und der Gestaltung der Fassade steht. Dabei spielt es eine Rolle, wie sehr ein modernes oder eher historisches Äußeres auf die gewählten Architekturstile zurückzuführen ist. Zum Abgleich der Funktionsfrage soll ebenfalls eine Einordnung zwischen sakraler und weltlicher Wahrnehmung der Betrachter stattfinden. Um einen eventuellen Mehrwert für die Videospielindustrie mit abzugleichen, werden auch Fragen im Bezug auf die Auffassung in einer virtuellen Umgebung gestellt.

Der Fragenkatalog für die Untersuchung teilt sich in folgende Abschnitte auf:

- Grundlegende demographische Erfassungen
- Die Befragung zu den jeweiligen Gebäuden und die Zuordnung der Funktionsweise
- Vorwissen im Bereich Kunst oder Architektur

Der vollständige Fragenkatalog befindet sich im Anhang dieser Arbeit in Tabelle A.3. Dort sind die einzelnen Fragen nach ihren Kategorien aufgelistet.

Um die Probanden im Vorhinein nicht negativ zu beeinflussen, wurde entschieden die Wissensfragen ans Ende der Untersuchung zu setzen und somit die Abbruchwahrscheinlickeit der Probanden zu senken. Diese Vorgehensweise verhindert auch, dass die Probanden im Vorfeld schon einen Eindruck davon bekommen, was genau untersucht wird und vermindert so eventuelle Voreinstellungen der Probanden gegenüber der gezeigten Gebäude. Später kann aus diesen Fragen und erhaltenen Antworten eine Punktzahl errechnet werden, mit Hilfe der sich die Einschätzung der Probanden

abgleichen lässt. Es ist davon auszugehen, dass bei ausgeprägtem Vorwissen die Gebäude deutlich stärker in die Sakralen- und Kulturbauten eingeordnet werden, da mit den beiden gewählten Stilen, besonders diese Art der Gebäude verknüpft sind.

3.2. Anforderungen

Im Folgenden wird betrachtet, was für Anforderungen an das zu entwickelnde Programm gestellt werden, mit dessen Hilfe die Stilübertragung im dreidimensionalen Raum stattfinden soll. Es bildet die Grundlage für die erstellten Gebäude, die in der Untersuchung verwendet werden.

Das Programm soll dazu in der Lage sein, kubische Grundkörper mit Dekorelementen des Barocks und der Gotik zu erweitern. Dafür sollen verschiedene Regeln festgelegt werden, die begrenzen bzw. definieren, welche Dekorelemente an welchem Punkt des Grundkörpers platziert werden sollen. Dies verhindert, dass beispielsweise Türen in der zweiten Etage oder auf dem Dach angeordnet werden. Weiterhin soll es das Projekt ermöglichen eine bestimmte Anzahl an Elementen einer Art auf dem Gebäude zu platzieren, beispielsweise eine Festlegung auf zwölf Fenster.Diese sollen sowohl in ihrer Höhe, als auch Breite veränderbar sein. Somit können verschiedene Abstufungen der Dekordichte kreiert werden. Diese Abstufung hilft bei der Unterscheidung, ab wann das platzierte Dekor die Funktion des Bauwerks überlagert. Das Projekt soll diese ganzen Anpassungen für verschiedenen Grundgebäude realisieren können. Das soll für alle Elemente der beiden Architekturstile funktionieren.

Anforderungen an das Projekt:

- **3D-Gebäude** Kubische Grundgebäude existieren als 3D-Modell und können äußerlich verändert werden.
- **Anpassung der Schmuckelemente** Es ist möglich die Dekorelemente an alle Größen und Formen der Grundgebäude anzupassen.
- **variable Anzahl** Es ist möglich die Dekorelemente in ihrer Anzahl zu variieren.
- **verschiedene Stile** Es existieren Dekorelemente für zwei historische Architekturstile in ähnlichem Ausmaß.

- **unterschiedliche Positionen** Es ist möglich die Dekorelemente überall auf dem Grundgebäude zu platzieren.

Die in Kapitel 2.1 herausgearbeiteten Merkmale bilden die Grundlage für die zu erstellenden Gebäude. Aus diesen wurden insgesamt fünf Varianten eines Einfamilienhauses konzipiert. Davon eine Grundvariante ohne Veränderungen durch einen der beiden historischen Stile und jeweils zwei abgestufte Varianten, die durch die ausgewählten Architekturstile mit zusätzlichen Dekorelementen besetzt wurden. Wobei die erste Variante immer weniger Dekorelemente besitzt als die zweite und somit eine weniger starke Stilveränderung stattfindet. Ebenso gibt es Varianten eines Mehrfamilienhauses und eines Bürogebäudes.

In der folgenden Tabelle 3.1 sind am Beispiel des Einfamilienhauses die Anzahl der Dekorelemente aufgeführt. Dabei werden zwei verschiedenen Versionen der Dekoration unterschieden. Sie basieren auf den im Grundlagenkapitel analysierten historischen Stilen der Gotik und des Barocks. Diese Tabelle beschreibt die Dekoranzahl bei einem veränderten Einfamilienhaus. Sie steht exemplarisch für alle weiteren Tabellen, die innerhalb dieser Arbeit entstanden sind. Die Tabellen für das Mehrfamilienhaus und das Bürogebäude sind im Anhang dieser Arbeit zu finden.

Stilelement	Anzahl Version 1	Anzahl Version 2
Gotik		
Fenster	10	12
Tor	1	1
Krabben	312	312
Turm	4	4
Pinakel/Fiale	26	32
Rundfenster	1	1
Kreuzblume	32	33
Strebebögen	0	6
Barock		
Fenster	11	11
Fenstergiebel Rund	6	6
Fenstergiebel Dreieck	5	5
Eingangstor	1	1
Kolossalordnung	1	2
Kuppeln	1	2
Pilaster	22	30
Volute (Dekoschnecke)	0	12

Tabelle 3.1.: Stilelemente Einfamilienhaus

Die Gebäude werden jeweils in beiden Stilen dargestellt und den Probanden präsentiert. Ziel ist es, verschieden stark veränderte Gebäude und ein unverändertes Grundgebäude miteinander zu vergleichen. Dafür soll im Folgenden genauer auf die einzelnen Abmessungen der Gebäude eingegangen werden. Diese Angaben begründen sich aus Kapitel 2.1. Sie bilden die Grundlage für die Erstellung der Modelle in Kapitel 4.

Dem Einfamilienhaus liegt ein Würfel zugrunde, der die Abmessungen 10x10m^2 in der Grundfläche misst und 12m hoch ist. Es besitzt eine Tür und zwölf Fenster. Wie bereits in Kapitel 2.1 festgestellt symbolisiert das Einfamilienhaus Individualität und Freiraum, sowie die Unabhängigkeit von anderen. Um dieses Gefühl deutlicher zu zeigen, wurde entschieden, eine quadratischen Grundfläche zu wählen und diese auch in ihrer Höhe nur minimal von der geometrischen Form des Würfels abzuheben.

Dieser ist eine kompakte Figur und strahlt in sich geschlossene Ruhe aus und dient bis heute vielen Einfamilienhäusern als Ausgangspunkt.[Gab97]

Dieses Einfamilienhaus wird mit Hilfe der Stilübertragung in zwei Intensitätsstufen pro Architekturstil verändert. Eine Tabelle mit den konkreten Dekorelementen und ihrer konkreten Anzahl findet sich im folgenden Kapitel, der Implementierung.

Der Grundkörper des Wohnblocks ist ein Quader mit den Abmessungen 10x50m^2 und einer Höhe von 20m. Er ist in seiner Gesamtdimension am größten von allen erstellten Gebäuden. Er besitzt zwei Eingangstüren und drei Etagen mit Fenstern. Er stellt in seiner Gesamtheit eine große Menge an Wohnraum dar und unterstützt die in Kapitel 2 aufgeführten Betrachtungen der Aufteilung und Erscheinung eines solchen Wohnkomplexes. Mit der rechteckigen Grundfläche und den drei Stockwerken bildet er einen direkten Kontrast zu der intimen, kleinen Sphäre des Einfamilienhauses. Die zwei Türen nebeneinander sorgen für die Wahrnehmung zweier eigentlich getrennter Häuser, die aufgrund ihrer Lage in dem gleichen Gebäude stattfinden.

Das Bürogebäude hat die Abmessung 10x30m^2 und ist 12m hoch. Es besitzt eine zentrale Tür und zwei Etagen mit bis zu 27 Fenstern. Es bildet eine Mittelgröße zu den beiden vorherigen Modellen. Solche Grundkörper sind bei Bürogebäuden auch häufiger zu finden, wie bereits in Kapitel 2.1 erörtert. ‘Die für diese Arbeit gewählte Form der Darstellung des Bürogebäudes lässt von der Grundform her eine gewisse Übereinstimmung mit der des Wohnblocks zu. Diese Ähnlichkeit sorgt dafür, dass keine zu starken Unterschiede innerhalb der untersuchten Gebäude dafür sorgen, diese zu leicht voneinander zu unterscheiden. Weiterhin passt sich das Bürogebäude in seiner Darstellung an die in Kapitel 2.1 beschriebenen Maßstäbe an.

Diese Definitionen bilden die Grundlage für die kubischen Grundgebäude, die in der Anwendung verändert werden sollen. Um diese Veränderung innerhalb der gewählten Stile zu realisieren, wurden eindeutige Dekorelemente der beiden Architekturstile ausgewählt und die Grundgebäude mit Hilfe dieser verändert. Die Dekorelemente werden in Kapitel 2.2 ausführlich beschrieben und sollen in einer festgelegten Anzahl genutzt werden, um die Bauwerke zu verändern.

Wichtig bei der Auswahl der Elemente ist, dass beide Stile gleich viele Veränderungen bieten können. Weiterhin sollten die Abwandlungen der Gebäude in einem ähnlichen Ausmaß erfolgen. Die zu verwendenden Objekte gleichen sich in beiden Architekturstilen und spielen sinnbildlich eine ähnliche Rolle. Insgesamt soll darauf

geachtet werden, dass bei beiden Stilen die gleiche Anzahl an unterschiedlichen Elementen für die Veränderung der Fassade genutzt werden. Weiterhin soll darauf geachtet werden, dass sich die Anzahl der Fenstern und Türen in beiden Stilen gleicht. Wie oben beschrieben sollen zwei verschiedene Ausprägungen der Stile konzipiert werden. Den Unterschied zwischen der ersten und zweiten Ausführung der Dekorelemente ist ebenfalls beispielhaft in Tabelle 3.1 zu sehen. Dieser Unterschied bezieht sich auf die jeweiligen Häuser und ist für alle Gebäudetypen genauer im Anhang aufgeführt.

Weiterhin sollte bei der Erstellung der unterschiedlichen Häuser darauf geachtet werden, dass alle veränderten Elemente an den genau gleichen Stellen umgestaltet werden. Ist dies nicht der Fall kann es zu einer Beeinträchtigung der Untersuchungsergebnisse kommen, da sich die lokalen Parameter nicht gleichen, und so eine genaue Gegenüberstellung nicht möglich ist. Ebenso muss in der Implementierung eine gewisse logische Reihenfolge beachtet werden, mit Hilfe derer die Elemente platziert werden. Es soll vermieden werden, gänzlich randomisierte oder mit Dekorationen überladenen Gebäude zu generieren. Solche Gebäude sind schwierig mit den anderen in einen Vergleich zu setzen und nicht zweckmäßig. Da die Dekorationen dann nicht an den gleichen Stellen verändert werden. Diese Verschiebung würde einen direkten Vergleich der Gebäude erschweren.[MM16]

Auch die grundlegende Platzierung der Elemente soll sich soweit an den Grundgebäuden orientieren, dass keine unnatürlichen Gebäudekomplexe entstehen. So sollen Kuppeln nur auf den Gebäudedächern platziert werden können und Türme nur an den Ecken, beziehungsweise an den Wänden eines Gebäudes. Weder sollen sie weit außerhalb des Bauwerks stehen, noch im Inneren platziert werden. Diese Anordnung soll entsprechend des Stile, wie in Kapitel 2.2 bereits ausgeführt, erfolgen. Gleiches gilt für Säulen und Strebebögen. Fenster sollen auch nicht außerhalb der Fassaden zu finden sein. Und es darf für jede Gebäudeart nur bestimmte Positionen für die Türen geben, sie sollen immer an den Boden anschließen und nicht in der Mitte der Grundfläche des Hauses auftauchen. Weiterhin ist darauf zu achten, dass sich Fenster und Türen nicht überschneiden oder an gleicher Stelle existieren. So soll eine doppelte Besetzung der Geometrie und eine sich überlagernde Darstellung der Elemente verhindert werden.

Ebenfalls ist zu beachten, dass die Fenster im Stil des Barock abwechselnde Giebel besitzen sollen. Das unterstützt die Repräsentation dieses Stils, wie in Kapitel 2.2

bereits ausgeführt. Zusätzlich soll diese Art und Weise der Platzierung eine gewisse Monotonie verringern. Das spielt besonders bei den Wohnblocks und Bürogebäuden eine Rolle, da diese Objekte mit vielen Fenstern ausgestattet sind.

4. Implementierung

Wie bereits in Kapitel 2.4 erklärt, bietet sich für die Erstellung der konzipierten Gebäude und ihrer Veränderung eine Vorgehensweise an, der die prozedurale Kontentgenerierung zugrunde liegt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde sich entschlossen, das Programm Houdini als Grundlage für diese Anwendungserstellung zu benutzen. Für dieses Programm existiert grundlegendes Anwendungswissen und es bietet eine gute Entwicklungsumgebung für prozedurale Kontentgenerierung. Weiterhin wurden die open source Software Blender verwendet, um die Details der Dekorelemente zu erweitern. Die Implementierung des Projektes erfolgte mit Hilfe der Programme Houdini und Blender.

Im Folgenden soll das in Houdini entstandene Projekt kurz vorgestellt werden und genauer auf die einzelnen Komponenten eingegangen werden, die während der Entwicklung entstanden sind. Es wird betrachtet, wie genau die einzelnen Elemente für die Architekturstile entstanden sind und wie verschiedene Zusammenhänge in Houdini für diese Anwendung genutzt wurden. Anschließend soll noch kurz betrachtet werden, welche Rolle Blender und Unity innerhalb des Entwicklungsprozesses gespielt haben.

Die in Kapitel 3 beschriebenen Anforderungen bilden die Grundlage für den Aufbau des entstandenen Programms. Zu Beginn der Entwicklung war es wichtig, die einzelnen Dekorelemente der beiden Stile zu kreieren und diese so prozedural wie nur möglich zu gestalten. Das hat den Vorteil, die gleichen Elemente benutzen zu können, auch wenn die Größe des Grundgebäudes sich verändert. Diese Anpassungsfähigkeit spart viel Zeit und ermöglicht es, die Elemente neu anordnen zu können, ohne große Anpassungen am Modell selbst vorzunehmen. Diese Dekorelemente sind in Tabelle 3.1 aufgelistet und bilden den grundlegenden Elementepool, mit Hilfe dessen die Außenfassade der Grundgebäude verändert wird.

Das Programm Houdini ist ein Werkzeug, um prozedurale Inhalte zu generieren und basiert auf einem Node-Input und der Berechnung von Elementen im 3D-Raum. Es

kann für sehr verschiedene Bereiche der visuellen digitalen Inhalte genutzt werden. Einige der größten Anwendungsbereiche liegen in der Erstellung von prozedural generierten Welten, FluidSimulation und diversen anderen VFX-Effekten. Es werden durch feste Regeln bestimmte Rahmen geschaffen in denen visuelle Inhalte generiert werden. Diese Berechnung von Inhalten ermöglicht es, verschiedene Elemente voneinander abhängig zu gestalten und somit die Veränderung der dreidimensionalen Objekte effizienter zu handhaben. Die Oberfläche teilt sich in eine 3D-Ansicht, einen Node-Editor und einen Inspektor der einzelnen Node-Inhalte auf. So kann direkt gesehen werden, welche Node welchen Effekt auslöst. Das Programm bietet eine gute Grundlage zur Erstellung von prozeduralen Inhalten und schafft eine Umgebung in der die Vergleichbarkeit der einzelnen Gebäude gut gewährleistet werden kann.[Hou23]

Die in Tabelle 3.1 aufgeführten Stilelemente sind im Rahmen dieser Arbeit entstanden. Im Folgenden soll kurz auf die Entstehung einiger dieser Elemente eingegangen werden und bestimmte Vorgehensweisen genauer betrachtet werden.

Einige der Elemente lassen sich sehr gut gegenüberstellen, so sind Fenster und Eingangstore in ihrer Funktion sehr ähnlich und lassen sich somit gut vergleichen. Andere Elemente spielen eine eher untergeordnete Rolle, sind jedoch sehr wichtig für die Repräsentation des Stils. So sind die sogenannten Krabben bezeichnend für den gotischen Stil und er wäre ohne sie nicht vollständig abgebildet. Elemente in solcher Quantität spielen im Barock keine Rolle, dafür hat jedes Fenster einen eigenen Giebel und die Kolossalordnung definiert die Abschnitte eines Gebäudes viel stärker als das im gotischen Stil passiert. Ein Äquivalent auf der Gotischen Seite wären die Strebebögen. Sie setzen an der Außenwand der Gebäude an und unterstützen die Statik dieser Architektur. Sind sie in ein Bauwerk eingegliedert, wird durch ihre Integration der Fokus stark auf sie gelenkt.

Für die Untersuchung wurde entschieden, europäische kubistische Bauwerke als Grundlage zu verwenden. So ist gewährleistet, dass die Stilübertragung nicht zu komplex wird. Durch die relativ schmucklose Fassade lassen sich neue Stil- und Dekorelemente besser integrieren und zu den Gebäudem hinzufügen. Es müssen bereits vorhandene Elemente nicht zuvor entfernen werden und es wird kein starker Kontrast von zwei verschiedenen Stilen forciert.

In der folgenden Liste sollen die Randparameter dieser Grundgebäude kurz aufgeführt werden.

- Einfamilienhaus 10x12x10m^2
- Wohnblock 10x20x50m^2
- Bürogebäude 10x12x30m^2

Für das Erstellen der 3D-Gebäude wurde das Programm Houdini genutzt. Es bietet die Möglichkeit der prozeduralen Kontentgenerierung, die schon in Kapitel 2. ausgeführt wurde. Diese Möglichkeit der Erstellung funktioniert über ein Node-basiertes System. Wie bereits oben erläutert, lassen sich innerhalb dieses Systems, die erstellten Modelle an bestimmte Parameter binden. Diese Eigenschaft ermöglicht es, alle erstellten und berechneten Modelle gleichzeitig in ihrer Größe und Position zu verändern. So kann sehr schnell ein 3D-Modell komplett verändert und angepasst werden. Diese Funktion erlaubt es die Gebäude in unterschiedlich ausgeprägten Stadien der Dekoration zu zeigen.

Für die Untersuchung wurde sich für drei verschiedene Stadien der Dekoration entschieden. Die in Kapitel 3 aufgeführte Tabelle 3.1 spiegelt diese Aufteilung wieder. Im Folgenden soll kurz auf die Erstellung des Programms eingegangen werden. Das Grundkonzept basiert auf der Kreierung einzelner Elemente der historischen Stile. Diese Elemente sind in der obigen Tabelle einzeln aufgeführt. Einmal erstellt kann das Dekor an alle beliebigen Punkte platziert und in seiner Größe verändert werden.

Grundlegend wurde mit einem quaderförmigen Objekt begonnen, das im Laufe der Entwicklung immer weiter verändert wurde. Dieser Quader wurde in seine Grundfläche, seine Wände und seine Dachfläche unterteilt. mit Hilfe dieser Trennung können später bestimmte Elemente besser platziert werden und auf verschiedene Punkte des Gebäudes besser zugegriffen werden. So werden mit Hilfe der Punkte der Grundfläche die Türme und Säulen des jeweiligen Stils angeordnet. Weiterhin wurden die Dekorelemente generiert und auf den Wänden oder der Dachfläche des Gebäudes platziert. Die genaue Vorgehensweise wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit erläutert werden.

Für jedes Grundgebäude gibt es eine eigene Tabelle, da durch die verschiedenen Größen der einzelnen Bauwerke, individuelle Anforderungen an die Anzahl der Dekorelemente bestehen. Um diese Angaben einzuhalten, mussten innerhalb der Entwicklungsumgebung Möglichkeiten zur Beschränkung und Anordnung der Elemente gewährleistet werden.

Die Resample-Node bietet sich hierbei besonders an, wenn es darum geht, Punkte entlang einer Linie zu verteilen und diese in festgelegten Abschnitten voneinander zu trennen. Kombiniert mit einer Carve-Node lassen sich die Endpunkte einer Linie nach innen verschieben und es lässt sich eine Überschneidung mit Elementen, wie Beispielsweise den Türmen oder Säulen vermeiden. mit Hilfe dieser Kombination und der Erweiterung durch die Copy-Node ließen sich die Fenster der Gebäude einfach an den immer gleichen Stellen platzieren. Im Folgenden wird kurz auf die Erstellung der Elemente abhängig ihres Stils eingegangen.

4.1. Gotische Dekoration

Begonnen wurde damit, die Fenster zu generieren. Basierend auf einem System, wird ein mehrfach unterteilter Würfel an die Form einer Kurve angepasst. Diese Kurve kann innerhalb des Editors angepasst werden und so allen Fenstern gleichzeitig ein anderes Aussehen verleihen. Auf diesem System basieren alle in der Anwendung generierten Fenster. Diese Form definiert den oberen Fensterbogen. Mit Hilfe einer zusätzlichen Extrude-Funktion, kann die Höhe der Fenster angepasst werden. Durch diese extra Einstellung ist es möglich, die Höhe der Fenster beliebig zu verändern und an die Gesamthöhe der jeweiligen Gebäude anzupassen.

Die grundlegende Aufteilung der gotischen Fenster wird durch das Maßwerk bestimmt (Vgl. Kapitel 2.2). Auch in der Anwendung in Houdini wurden, nach dem die Grundform erstellt war, Ornamente generiert, anhand derer die Fenster weiter unterteilt wurden. Diese Aufteilung orientiert sich an den Viererblumen. Die erstellten Fenster sind in Abbildung 4.1 zu sehen.

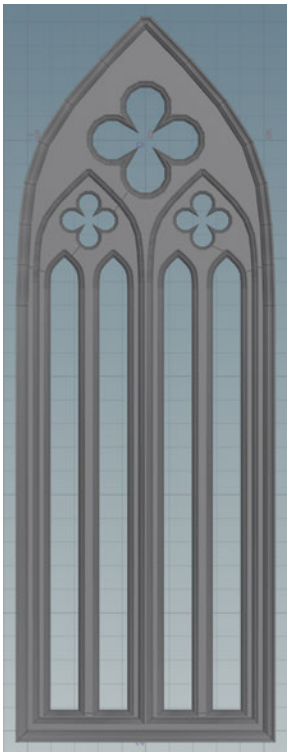
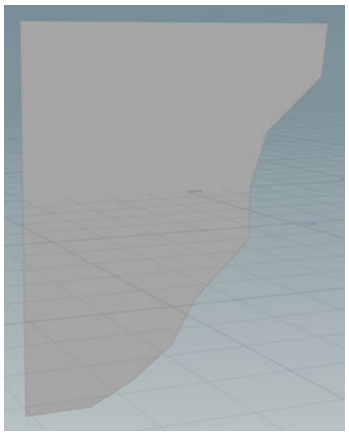
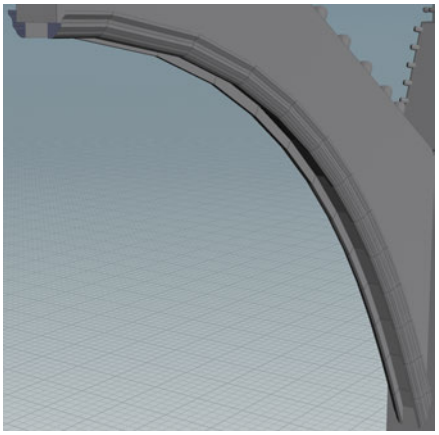


Abbildung 4.1.: Fenster der Gotik

Weiterhin wird den Außenkanten der Fenster durch eine Sweep-Node eine zusätzliche Umrandung gegeben. Das verleiht den Fensterrahmen Tiefe und betont die Begrenzungen deutlicher. Hierbei wird nicht die einfache Version der Node benutzt, sondern ein zusätzlicher Input, der eine spezielle Form hat, generiert. Das erfolgt über eine zuvor in Blender erstellte Grundfläche, die entlang der ausgewählten Pfade projiziert wird. So entsteht nicht nur eine einfache Zylinder- oder Quaderform, sondern eine komplexere Geometrie, die dem Maßwerk der Gotik nachempfunden ist. Diese Grundform und die daraus entstehenden Formen sind in Abbildung 4.2 dargestellt.Es wirkt so deutlich näher an der Realität und durch die glatte Innenkante verstärkt sich das Gefühl der Tiefe und eines festen Rahmens.



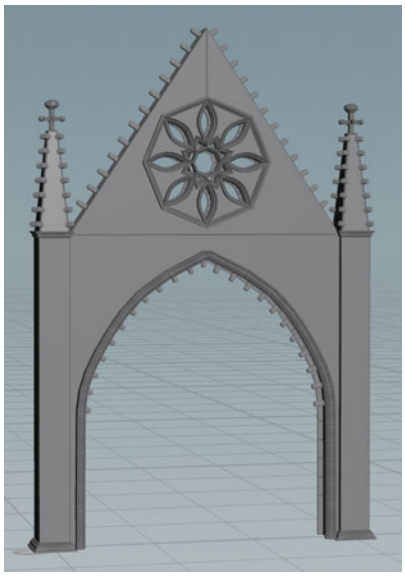
(a) Grundform des Inputs für die Sweep-Node



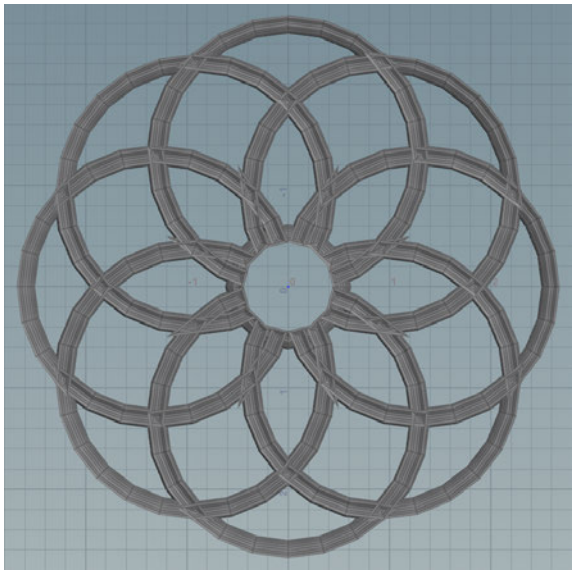
(b) Sweep-Node entlang eines Polypaths

Abbildung 4.2.

Es sind zwei weitere Fenster für die Anwendung entstanden. Beide sind Teil der Kategorie Rundfenster. Eines ist Teil des Torbogens und eines ist ein großes und sehr detailliertes Fenster für die Vorderseite der Gebäude. Diese Rundfenster basieren auf einer Überlagerung und Verbindung von Kreisen und einer anschließenden Umwandlung in einen Polypath. Mit einer darübergelegten Sweep-Node erhalten sie das dem Maßwerk typische Aussehen und können auf den Gebäuden platziert werden. Die Größe der Fenster kann dabei ebenfalls an die Höhe des Gebäudes gebunden werden. Ebenfalls können verschiedene Regeln definiert werden, anhand derer die Fenster verändert werden können. So kann festgelegt werden, dass ein Fenster immer ein Drittel der Höhe des Gebäudes einnimmt. Diese Beschränkung verhindert ein über das Gebäude hinausragen der Fenster und anderer Elemente.



(a) Torbogen gotischer Stil



(b) Rundfenster

Abbildung 4.3.: verschiedene Elemente der Gotik

Sind die Fenster fertig gestaltet, können sie einzeln an eine passende Position auf dem Gebäude platziert werden. Das erfolgt durch eine Copy-To-Points-Node. Diese kopiert ein Objekt auf die ihm zugewiesenen Punkte. Für die Verteilung der Fenster werden zunächst Punkte auf einer Linie generiert, die in ihrer Anzahl und ihrem Abstand veränderbar sind. Diese Punkte dienen als Input für die zuvor erwähnte Node und repräsentieren die Stellen, an die die Objekte kopiert werden. Diesem Vorgang folgte eine Boolean-Funktion, die die Form der Fenster aus dem Grundgebäude herausschneidet und so für richtige Lücken innerhalb der Gebäudewand sorgt. So entsteht der Eindruck von tatsächlichen Fenster in den Häusern.

mit Hilfe dieser Funktionen sind auch die Türme und anderen Elemente der Anwendung entstanden. Besonders die Türme der Gotik kombinieren verschiedene kleinere Elemente, um gemeinsam ein größeres zu bilden. Da alle Einzelteile von der Gesamthöhe des Hauses abhängig sind, passen sie sich entsprechend an und können so in allen Größen, Formen und in ihrer Anzahl individuell gestaltet werden und trotzdem in ihrem Grundkonzept erhalten bleiben. Für die Türme bildet diese Verknüpfung eine wichtige Rolle, da verschiedene Elemente der Türme voneinander und der Gesamthöhe abhängig sind. Um diesen Prozess zu realisieren, können in Houdini Werte von Parametern innerhalb der Umgebung in andere Nodes übertragen

werden. So sind die Türme in ihrer Größe von der Höhe des Grundgebäudes abhängig und passen sich automatisch an, sobald diese Höhe verändert wird.

4.2. Barocke Stilelemente

Einen etwas anderen Entstehungsprozess haben die Säulen erfahren. Sie wurden ebenfalls mit Hilfe einer Boolean-Operation erstellt. Dabei wurden Kugeln in der Hälfte voneinander getrennt und in die Länge gezogen. Diese so entstandenen abgerundeten Stäbe sind aus einem Zylinder negativ herausgeschnitten worden. So entstehen die für Säulen typischen vertikalen, konkaven Aussparungen. Wie in Kapitel 2.2.2 besprochen wurde dadurch versucht, eine möglichst realistische Nachempfindung der Säulen des Barocks zu generieren. Später wurde durch einen weiteren Extrude und einen Subdivide das Kapitell und der Sockel der Säule erstellt. Die abgerundeten Ecken sollen einen stimmigeren Eindruck erzeugen und das Element an sich weniger kantig wirken lassen. Im barocken Stil spielt das Dynamische und Schwungvolle eine wichtige Rolle, im Gegensatz zu den geraden, nach oben strebenden Linien der Gotik. So wurden für diesen Stil noch zusätzliche untergeordnete Elemente entwickelt.

Die Fenster des Barocks sind ebenfalls mit einer Sweep-Node umgeben und zusätzlich noch mit einem Fensterkreuz ausgestattet, welches den Fensterrahmen in sechs Quadrate unterteilt. Weiterhin werden sie rechts und links von Pilastern umrahmt die eine quadratische Grundform besitzen. In dieser Anwendung wurde sich entschieden, Fenster mit zwei verschiedenen Giebelarten zu erstellen. Im Barock besitzt fast jedes Fenster einen Ziergiebel und diese wechseln sich oft innerhalb eines Gebäudes ab. Es wurden Fenster mit Rundgiebeln und Fenster mit Dreiecksgiebeln erstellt. Dabei wurde für beide Arten die gleiche Fenstergrundform benutzt und lediglich die Giebelart ausgetauscht, je nach der erstellten Gruppe. Diese Gruppen wurden so angelegt, dass sich beide Arten immer abwechseln und auch bei den mehrstöckigen Gebäuden schachbrettartig angezeigt werden. Diese Muster entsteht durch die Auswahl jedes zweiten Punktes auf den ausgewählten Linie, so ließen sich die abwechselnden Giebel über den Fenstern erstellen. Diese Art der Generierung weicht leicht von der der anderen Fenster ab.

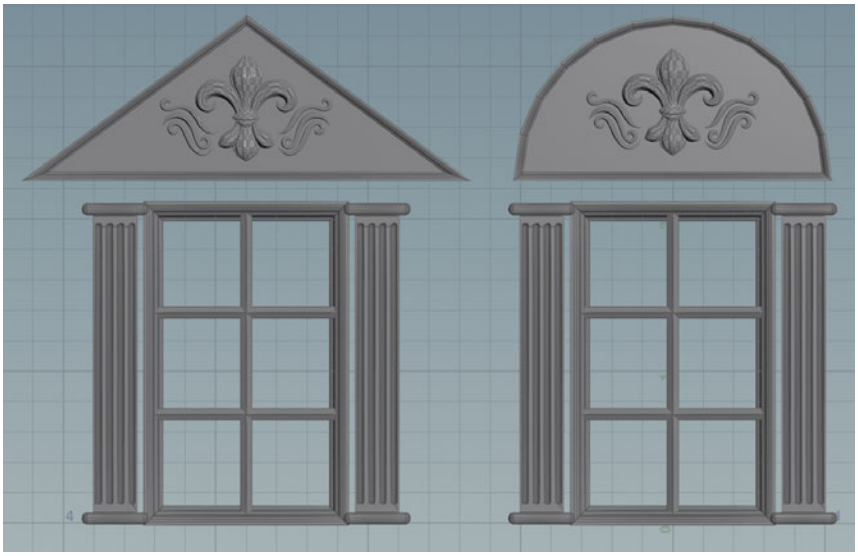
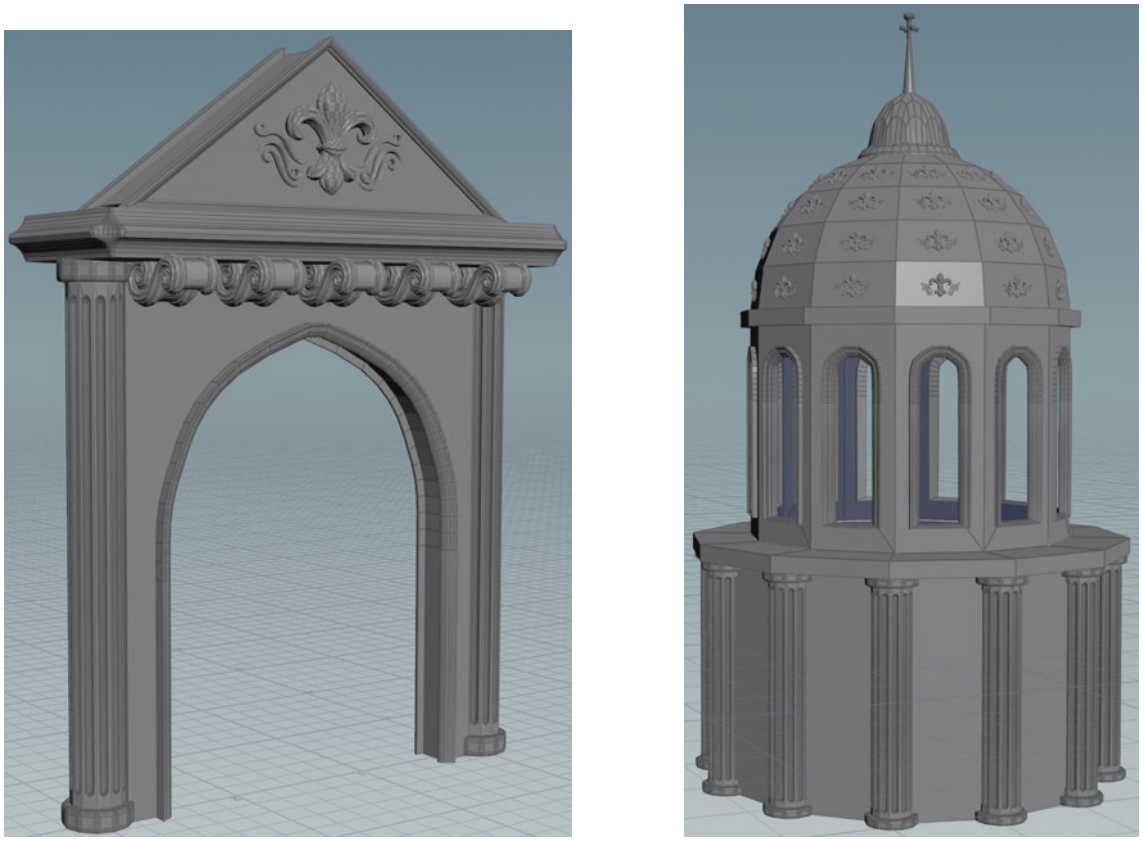


Abbildung 4.4.: Fenster im Stil des Barocks mit zwei verschiedenen Giebeln

Weiterhin entstand auch für den barocken Stil ein eigenes Tor. Dieses basiert zu Teilen auf dem Tor der Gotik und wurde für den anderen Stil abgewandelt. Eine besonders deutliche Veränderung ist das Hinzufügen der Voluten und das Austauschen der Pinakel durch Säulen. Diese Veränderung ist in Abbildung 4.5a zu betrachten. Anstelle des kleinen Rundfensters in der gotischen Variante erhält das Tor einen Dreiecksgiebel mit integriertem Ornament im Stil des Barocks. Dieses Ornament wird später noch genauer betrachtet werden.

Die in Abbildung 4.5b gezeigte Kuppel ist als ein größeres Element des Barocks entstanden. Sie umfasst kleinere Unterelemnete und mehrere Säulen. Wie in Kapitel 2.2.1 bereits ausgeführt, bildet die Kuppel ein zentrales Element barocker Bauwerke und dient vor allem der Machtdemonstration. Bei der Erstellung wurde besonderer Wert auf die Kleinteiligkeit und das elegante Streben in die Höhe, kombiniert mit schwungvollen Linien gelegt.



(a) Torbogen im barocken Stil

(b) Kuppel in typischem Stil des Barocks

Abbildung 4.5.: verschiedene Elemente des Barocks

4.2.1. Blender und Unity

Mit Hilfe der Blender Software wurden kleinere Sub-Dekorelemente erstellt. Diese Elemente sind nur in ihrer Größe und Position veränderbar und können nicht weiter prozedural angepasst werden, da sie als fertige Elemente in das Houdini-Projekt eingebunden wurden. Sie sind relativ klein und werden in immer gleicher Form angewendet. Es war nicht notwendig diese Elemente in Houdini zu realisieren. Die erstellten Objekte sind in Blender mit Hilfe der Kurvenmanipulation entstanden. Sie basiert auf der Bevel-Funktion und legt ein röhrenförmiges 3D-Mesh über eine Kurve. Weiterhin kann in seiner Oberfläche an einzelnen Stellen über ein sogenanntes

Profile manipuliert werden. So konnten die folgenden Elemente kreiert und in das Projekt eingebunden werden.

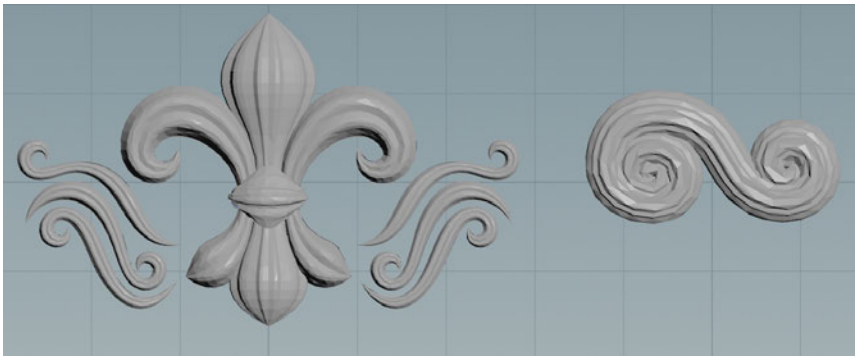


Abbildung 4.6.: Erstellte Ornamente in Blender

Diese Elemente wurden vorwiegend für den historischen Stil des Barocks erstellt. Da dieser Stil die floralen und verschlungenen Elemente mehr bedient als die gerade nach oben strebenden Figuren des gotischen Stils. Um den gesamten Polycount der Gebäude nicht extrem in die Höhe zu treiben, wurden diese Elemente in Houdini noch einmal vereinfacht. Der Polycount konnte um bis zu 30% verringert werden. Das hat stark dazu beigetragen, die Größe der exportierten 3D-Objekte zu verkleinern und die Performance innerhalb der Unity-Anwendung zu verbessern.

Innerhalb von Unity wurden die Modelle in ein bereits existierendes Programm integriert. Die Ansicht dieser Anwendung ist in Abbildung 4.7 zu sehen. Sie ermöglicht es, parallel das dreidimensinale Modell auf der linken Seite zu betrachten und auf der rechten Seite die dazu passenden Fragen aus Tabelle A.3 zu beantworten. Diese Kombination aus der Betrachtung des 3D-Objektes und der direkten Fragestellung hat den Vorteil, direkte Einschätzungen der Probanden zu erhalten, die nicht durch den Erinnerungsverlust beeinträchtigt wurden. Es ist den Probanden möglich, sich die Gebäude in einer direkten 3D-Ansicht von allen Seiten und Winkeln anzusehen. Ebenso können in der Software spezielle Fokuspunkte angelegt werden, die eine Detailansicht des Objektes ermöglichen und so besondere Elemente noch einmal hervorheben. Sie sind in der Abbildung 4.7 mit kleinen Sternen dargestellt. Dieser Fokus hilft dabei, besondere Aufmerksamkeit auf das Dekor der beiden Stile zu legen. So können gezielt Fragen zu einzelnen Bestandteilen der Gebäude gestellt und der Blick der Probanden gelenkt werden.

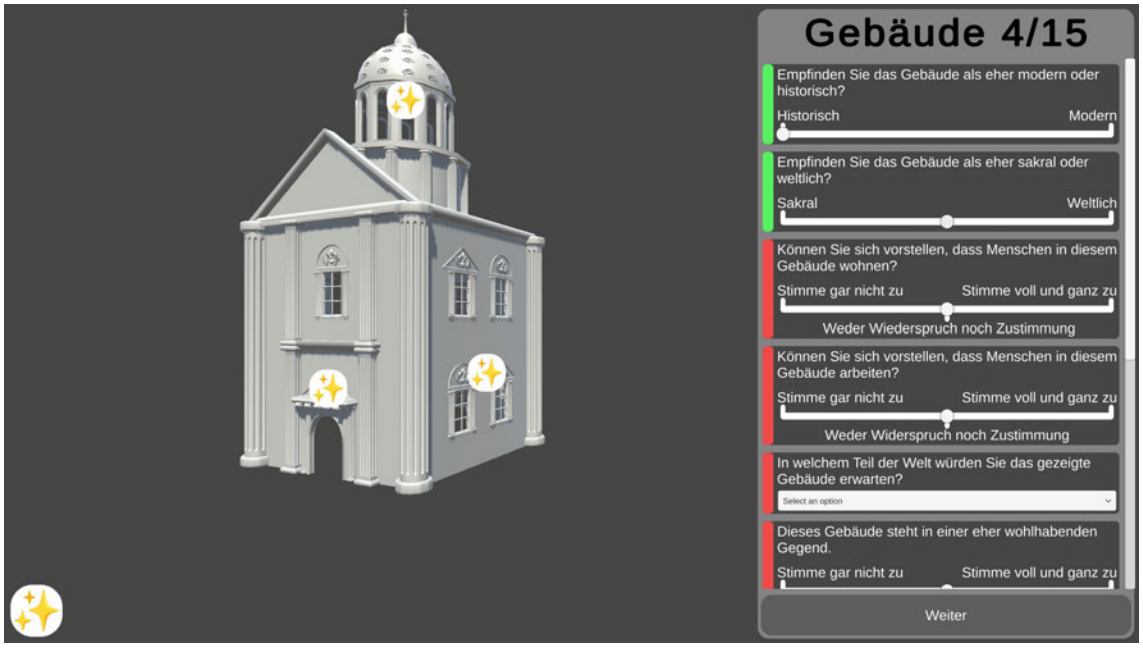


Abbildung 4.7.: Ansicht des verwendeten Umfrage-Tools

Mit Hilfe dieser Programme und der vorherigen Erstellung der Gebäude und Elemente konnte eine umfassende Probandenumfrage realisiert werden. Wie in Kapitel 3 bereits beschrieben, konzentriert sich die Fragestellung auf die Wiedererkennbarkeit der Grundfunktion der Gebäude. Um die Mustererkennung der Probanden zu testen wurde sich dafür entschieden, die Reihenfolge der unterschiedlichen Gebäude und Stile zu randomisieren. Jeder Proband muss insgesamt 15 Gebäude bewerten, davon drei Grundgebäude ohne Dekoration und jeweils sechs pro Stil veränderte. Diese unveränderten Bauwerke dienen als Abgleich dafür, ob die Funktion des Gebäudes überhaupt richtig zugeordnet worden wäre und der Proband die veränderten Bauwerke auch passend kategorisiert hat. Im folgenden Kapitel wird sich der Auswertung dieser Befragung gewidmet.

5. Evaluation

In diesem Kapitel soll die Untersuchung zu dieser Arbeit betrachtet werden. Zunächst wird auf den Aufbau der Probandenumfrage eingegangen und deren Durchführung analysiert. Im Anschluss werden die akquirierten Daten ausgewertet und in Korrelationen zueinander gesetzt.

5.1. Evaluationsaufbau

Um den Testern einen guten Eindruck der entstandenen Modelle zu gewährleisten, wurde sich dafür entschieden eine Umgebung zu benutzen die eine dreidimensionale Ansicht der Bauwerke zulässt und gleichzeitig die Einbindung von verschiedenen Fragetypen ermöglicht. Die Erfassung der Daten erfolgte mit Hilfe einer externen Anwendung, die diese Ansprüche für die Untersuchung dieser Arbeit erfüllt. Innerhalb dieser Anwendung wurde den Probanden zu Beginn einige grundlegende Fragen gestellt. Daraufhin folgte der Hauptteil in welchem zu jedem Gebäudemodell zehn Fragen gestellt wurden. Diese Fragen dienen zum einen dazu, die Grundfunktion des Gebäudes in den Augen der Probanden zu ermitteln und zum anderen der Einordnung in gewisse historische und kulturelle Epochen.

Jedes Gebäude besitzt unterschiedliche Anzahlen an Dekorelementen. Alle Gebäudemodelle sind in einer Reihenfolge angelegt, in der sich sowohl die unterschiedlichen Funktionstypen, als auch die Stile mit denen sie verändert wurden abwechseln. Das dient dazu, ähnliche Modelle nicht direkt hintereinander bewerten zu müssen und durch diese repetitive Ansicht den Fokus für Details zu verlieren. Um die Details der einzelnen Gebäude mit hervorzuheben, wurden die in dem Umfragetool vorhandenen Fokuspunkte angelegt. Diese wurden für jedes Modell so ausgewählt, dass sie besondere Elemente der beiden historischen Stile hervorheben. So kann ein Vergleich der Elemente für den Betrachter genauer ermöglicht werden. Dieser Fokus auf spezielle

Bereiche des Gebäudes dient weiterhin dazu, dass sich die Probanden die Zeit nehmen, das gesamte Bauwerk genauer zu betrachten. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass es auch Probanden gibt die diese Punkte nicht nutzen. Um trotzdem einen guten Überblick über das Modell zu geben wird bei der Eingangsdarstellung die Kamera immer so platziert, dass das Gebäude in seiner Gesamtheit zu sehen ist. Das verschafft zusätzlich einen Überblick über die Verteilung und den Aufbau des Bauwerks.

Im weiteren Verlauf sollen einige der gestellten Fragen und ihr Mehrwert für die Evaluation genauer betrachtet werden.

Die Frage nach ob das betrachtete Gebäude in einer wohlhabenden Gegend verortet wird, soll herausfinden, ob die Stile auch mit einer Art von Reichtum gleichgesetzt werden. Dieser Abgleich spielt auf die historische bedingte Verbindung der Architekturstile mit der herrschenden Gruppe an. Beide Baustile sind in ihrer jeweiligen Zeit vorherrschend und bedeuteten großen Zeitaufwand, hohe statische Handfertigkeit und viel Geld diese Bauprojekte zu vollenden. Bis heute wird große Macht und Reichtum mit der Epoche des Absolutismus in Verbindung gesetzt [Dal]. Das kann sich einfach auf die Wahrnehmung der Probanden übertragen.

Die Frage nach der historischen oder modernen Wahrnehmung ist integriert um die Einschätzung der Probanden mit der Stilveränderung abzugleichen. Es ist davon auszugehen, dass die veränderten Gebäude eher als historisch wahrgenommen werden, aufgrund der verwendeten Architekturstile. Tendenziell besteht die Möglichkeit, dass diese Häuser eher einer Kulturstätte oder dem Sakralbau zugeordnet werden, als ein modernes Gebäude.

Ebenfalls werden zwei Fragen gestellt, in welchen die Probanden das Gebäude in einem Videospielkontext einordnen sollen. Die eine Frage dient der Wiederholung der Grundfunktion des Gebäudes und somit als Abgleich zu der zuvor erfragten Funktion des Bauwerks. Weiterhin wird mit diesen Fragen untersucht, ob sich die in der Anwendung erstellten Gebäude anbieten würden, als Teil eines Videospiels wahrgenommen zu werden. Das dient der Funktionsbetrachtung und bildet die Grundlage für eine eventuelle Weiterentwicklung der Anwendung und eine Nutzung der Gebäude in einem Videospielkontext. Ebenfalls soll es abgleichen, ob diese Bauwerke als etwas normales oder etwas besonderes angesehen werden und ihnen somit ein Herausstellungsmerkmal zugeschrieben wird.

Abschließend wurden die Probanden noch zu ihren Vorkenntnissen im Bereich der historischen Architekturstile befragt. Das dient dem genaueren Einordnen der Ergebnisse. Ist ein umfangreiches Wissen im Bereich der beiden gewählten Architekturstile vorhanden, führt das zu einer anderen Wahrnehmung der präsentierten Gebäude. Mit beiden gewählten Stilen werden bestimmte Aspekte assoziiert und sie tauchen in unserem Alltag und unserer Umgebung oft in der gleichen Funktion auf. So wird beispielsweise mit dem gotischen Stil eher etwas sakrales verbunden werden. Das begründet sich in der Vielzahl gotischer Kirchen im europäischen Raum. Wenig Gebäude mit einer anderen Funktion besitzen diese stilistischen Eigenschaften.[Kle20] So könnte dem Stil eine Funktion zugeordnet werden und das wiederum die Antworten der Probanden beeinflussen.

Auch für den barocken Stil greift diese Vorgehensweise. Hierbei werden jedoch eher weltliche beziehungsweise Kulturbauten damit in Verbindung gesetzt. Oft wird dieser Stil auch aufgrund seiner Entstehungsgeschichte mit dem Schlossbau in Verbindung gesetzt.[Pol99] Diese Assoziation kann zu einer beeinflussten Wertung der Funktion führen. mit Hilfe des Abgleichs am Ende lassen sich diese Informationsgrundlagen vergleichen und in die Betrachtung mit aufnehmen.

5.1.1. Evaluationsdurchführung

Die externe Anwendung für die sich für den Befragungsdurchlauf entschieden wurde basiert auf der Unity-Engine. Mit Hilfe dieser wurde ein Build mit einem ausführbaren Projekt erstellt. Dieses stellt die Bauwerke und Fragen für diesen Test dar. Den Probanden wurde diese Software zur Verfügung gestellt. Insgesamt wurden die Probanden zu 3D-Modelle von 15 verschiedenen Gebäuden befragt. Sie sollten die Anwendung in einem Durchlauf ausführen und anschließend ihre Ergebnisse absenden. Diese Ergebnisse werden automatisch in eine Textdatei geschrieben und beinhalten sowohl die Antworten als auch die verschiedenen Fragen. Im Anschluss wurden alle Dateien gesammelt und zusammengeführt, um sie weiter betrachten zu können. Das Einlesen und die Auswertung der Textdateien erfolgte über ein Python-Skript, das später noch einmal genauer erläutert wird.

5.2. Evaluationsauswertung

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Befragung kurz betrachtet werden. Insgesamt haben 16 Probanden an der Umfrage teilgenommen davon konnten alle Datensätze verarbeitet werden. Der gesamte Datensatz umfasst 156 Fragen pro Teilnehmer mit jeweils 154-156 Antworten. Diese Abweichung in den Antworten entsteht durch zwei freiwillige Fragen am Ende der Anwendung. Anhand der erhaltenen Daten lassen sich im Folgenden lediglich Annahmen und keine sicher belegten Aussagen treffen.

Um die Auswertung der Daten effizient und angenehm zu gestalten, wurde ein kurzes Python-Skript geschrieben. Dieses ließt die erfassten Textdaten der Probanden ein und sortiert die Daten der Fragen und Antworten in eine Liste. Aus dieser können die Inhalte ausgelesen werden und weiter für die Auswertung verwendet werden. Zusätzlich erstellt das Skript für die Fragen, Antworten und Kategorien einzelne Label. Ebenso wird den untersuchten Modellen eine Epoche und eine Funktion der Gebäude zugewiesen. Diese helfen den Vergleich der Daten im späteren Verlauf anders einzufärben und besser zu betrachten. Es kann mit Hilfe dieser einzelnen Datengruppen, der Datensatz deutlich strukturierter ausgewertet werden.

Die folgenden Diagramme wurden mit Hilfe von Seaborn erstellt. Seaborn ist eine Python-Datenvisualisierungsbibliothek, die auf matplotlib basiert.[Hun07] Sie bietet eine benutzerfreundliche Schnittstelle zum Erstellen ansprechender und informativer statistischer Grafiken. Für die Erstellung und Darstellung der Diagramme wurden vorwiegend der Scatterplot[1], der Countplot[2], der Regplot[3] und der Displot[4] verwendet. Eine ebenso wichtige Rolle spielt das FacetGrid[5]. Dieses ermöglicht die Darstellung mehrerer Diagramme neben- und übereinander. So können mehr Daten auf einmal dargestellt werden. Ebenso ist es möglich die Unterteilung anhand der einzelnen Gebäude zu betrachten und einzelnen Tendenzen festzustellen.[Was21] Die so erstellten Grafiken sind im Weiteren zu sehen und unterstützen die Analyse der erfassten Daten.

Zunächst soll auf die historische und sakrale Einschätzung der Gebäude eingegangen werden. Daraufhin werden die Antworten der Wohnen und Arbeiten Kategorien ins

[1] https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.scatterplot.html
[2] https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.countplot.html
[3] https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.regplot.html
[4] https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.displot.html
[5] https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.FacetGrid.html

Verhältnis gesetzt. Weiterhin wird der Zusammenhang zwischen der Grundfunktion und der Einschätzung der Probanden betrachtet.

In Abbildung 5.1 ist zu sehen, dass die gewählten Architekturstile als deutlich historischer eingeschätzt werden, als die Grundgebäude. Die Gebäude der unveränderten Kategorie wurden tendenziell deutlich moderner eingeschätzt. Die Abweichung des ersten Gebäudes kann darauf zurückgeführt werden, dass noch keinerlei Vergleichswerte existieren und somit die Einordnung schwieriger gefallen ist. Dennoch lässt sich eine Tendenz in die modernere Richtung feststellen. Weiterhin ist zu sehen, dass im Vergleich der gotische Stil tendenziell leicht historischer eingeschätzt wird, als der barocke. Das spiegelt die in Kapitel 2.2 genannten historischen Zeiträume dieser Epochen wieder.

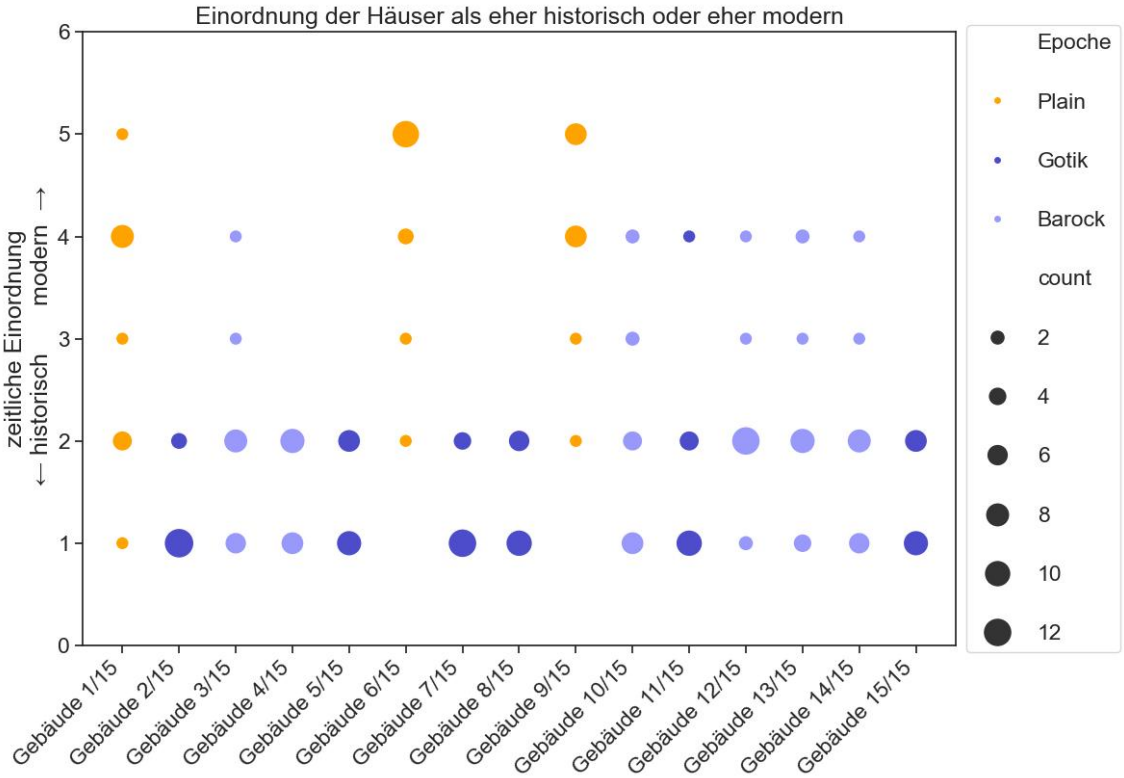


Abbildung 5.1.: Einschätzung der Gebäude von historisch bis modern

Eine sehr ähnliche Beobachtung lässt sich im Bezug auf der Ebene der sakralen und weltlichen Unterscheidung machen. Diese Frage war dazu gedacht, die Stile des Barocks und der Gotik auseinanderzuhalten. Zu sehen ist, dass der barocke

Stil sich stark verteilt und eine eindeutige Einordnung schwierig ist. Es lässt sich eine leichte Tendenz in Richtung weltlich beobachten. Hingegen wird der gotische Stil sehr oft als sakral eingeordnet, bis auf leichte Abweichungen die sich eventuell auf die verwendeten Grundgebäude zurückführen lassen. Gebäude zwei und 15 sind dabei Wohnblöcke, während Gebäude elf ein Einfamilienhaus ist.

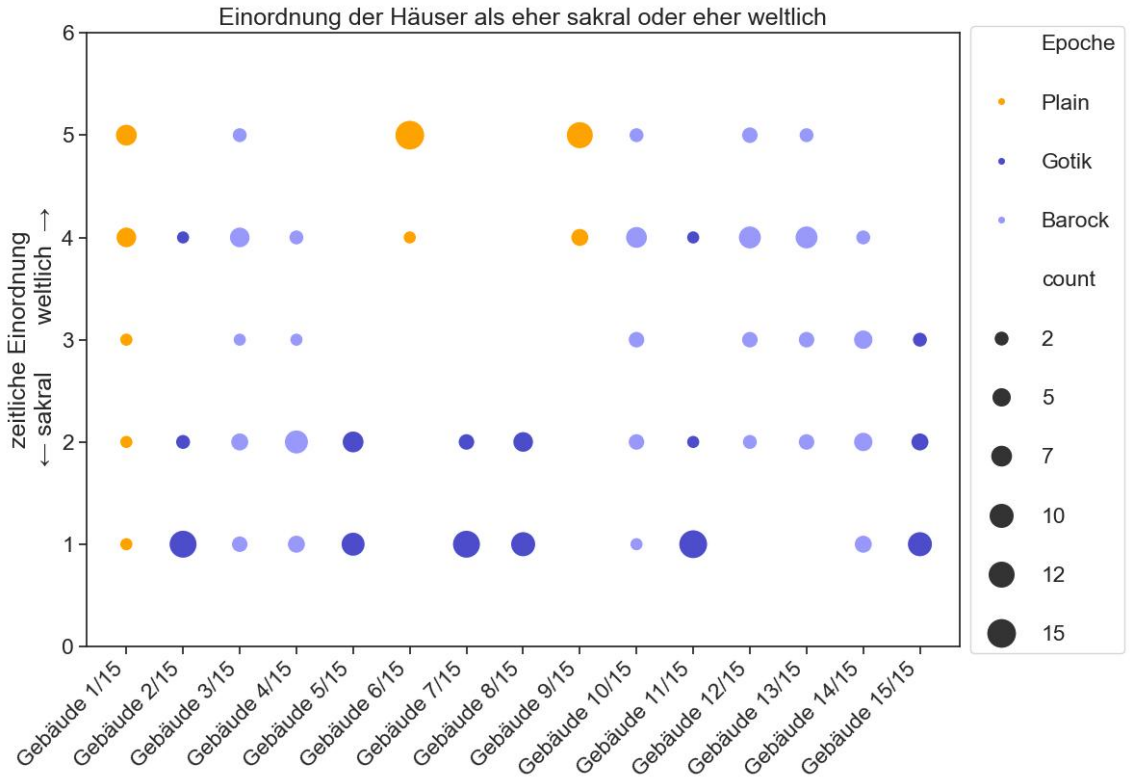


Abbildung 5.2.: Einschätzung der Gebäude von sakral bis weltlich

Weiterhin ist die Funktion der Gebäude zu betrachten und in diesem Zusammenhang auch wie die Eigenschaften des Wohnens und Arbeitens innerhalb der gezeigten Gebäude eingeschätzt wurden.

Die gotischen Gebäuden werden tendenziell weniger als Wohngebäude eingeschätzt, wohingegen die unveränderten Häusern oft als Wohnumfeld gesehen werden. Gearbeitet wird eigentlich in allen Häuserformen unabhängig von ihrer Veränderung. Dennoch lässt sich bei der Betrachtung der Bürogebäude feststellen, das hierbei eine deutlichere Verschiebung in die Arbeitsrichtung stattfindet. Diese Annahmen sind in Abbildung 5.3 zu sehen.

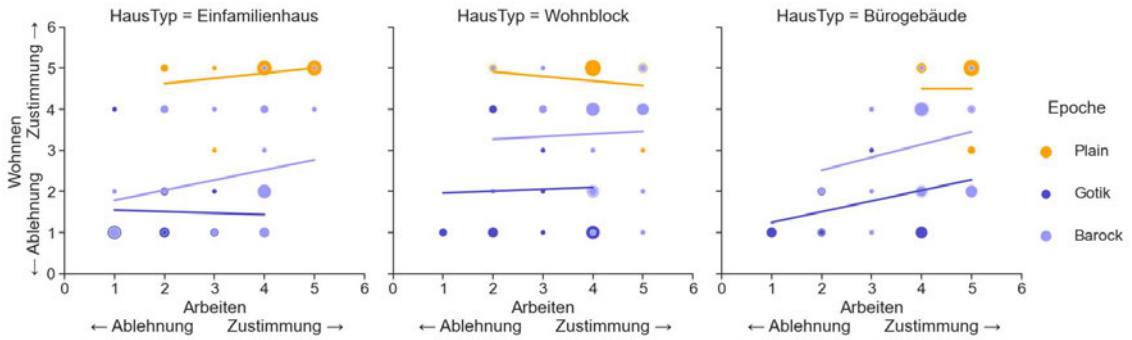


Abbildung 5.3.: Vergleichen von Wohnen und Arbeiten sortiert nach Haustyp und Epoche

Im Gegensatz dazu, sind nur minimale Unterschiede bei der Unterscheidung der Trennung nach Haustyp festzustellen. In Abbildung 5.4 ist eine relativ gleiche Verteilung der Bewertungen zu sehen. Allen Typen ist gemein, dass sie sowohl als Arbeits- als auch als Wohnstätte angesehen werden. Leicht abweichend ist hierbei der Wohnblock. Seine Funktion wird stärker, als die der anderen beiden, dem Wohnen zugeordnet.

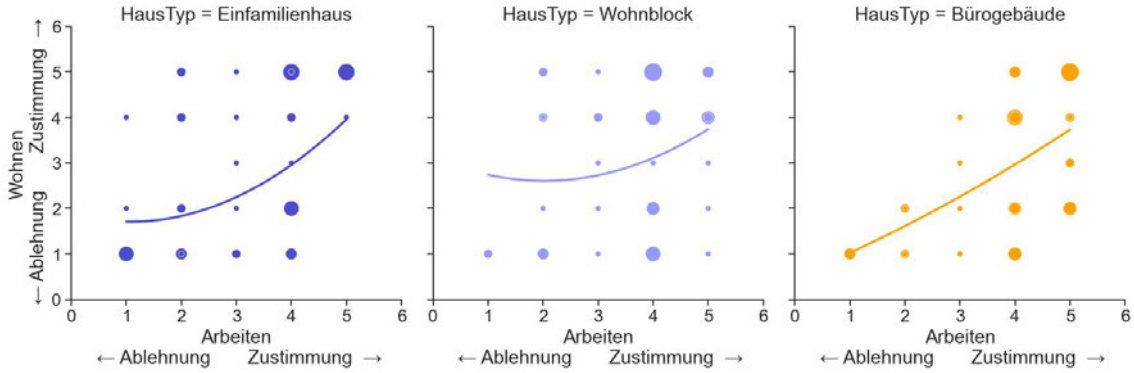


Abbildung 5.4.: Vergleich von Wohnen und Arbeiten, sortiert nach Haustyp

Für die Auswertung der Forschungsfrage soll zunächst die Frage nach der Funktion der Gebäude geklärt werden. Dafür sind die Diagramme in Abbildung 5.5 und Abbildung 5.6 entstanden. Bei der Betrachtung fällt auf, dass sich die Einschätzung der Probanden stark verteilt. Dennoch sind einige Tendenzen im Bezug auf die Funktion der Gebäude festzustellen. Besonders ausgeprägt ist die Zuordnung des Sakralbaus bei allen gezeigten Gebäuden, wohingegen fast keines als Ausbildungsplatz erkannt

wird. Ebenso werden viele der gezeigten Gebäude als Kulturstätte eingeordnet. Das erklärt sich durch die starke Verbindung der beiden gewählten Architekturstile mit dem europäischen Kirchen- und Schlossbau. Hierbei überlagert die mit dem Stil in Verbindung gebrachte Funktion, die des darunterliegenden Bauwerks.

Isoliert betrachtet stimmt die Funktion mit den Häusertypen nur bei den Wohngebäuden überein.

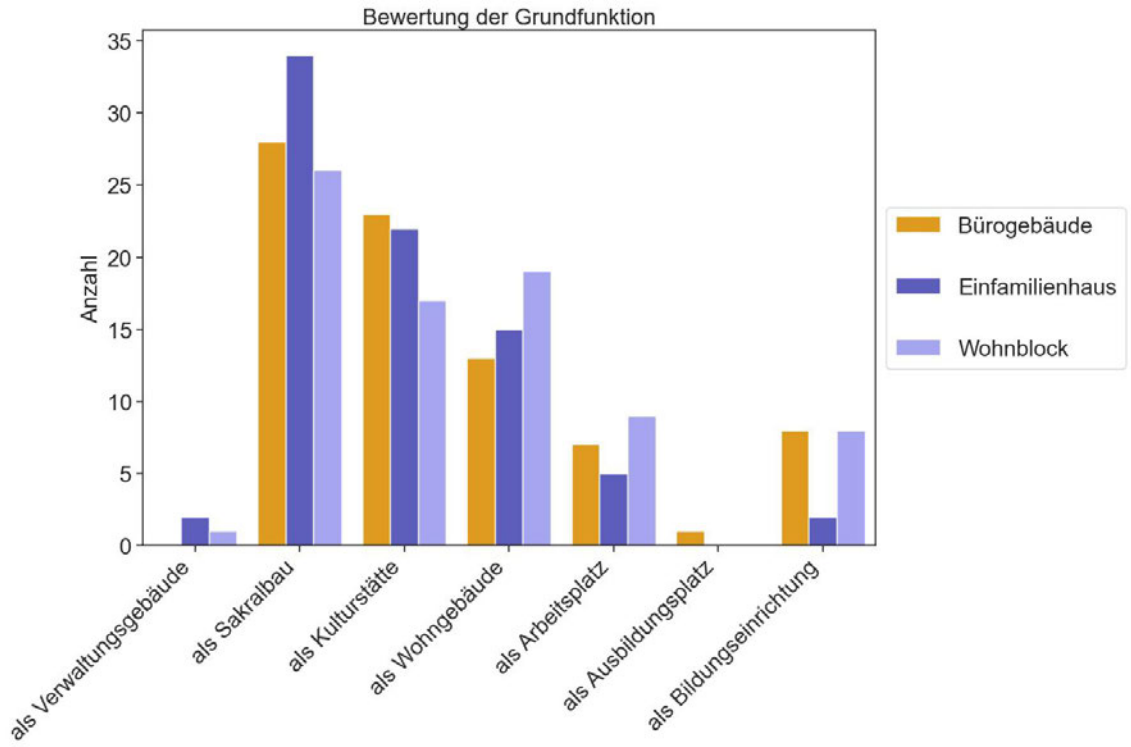


Abbildung 5.5.: Einschätzung der Grundfunktion der Haustypen

Besonders bei der genaueren Aufteilung in Abbildung 5.6 ist das besonders gut zu erkennen. Hierbei bilden die Haustypen in ihrer jeweiligen Kategorie die an meisten gewählte Option.

Parallel dazu wird in der virutellen Zuordnung auch die Kirche am häufigsten ausgewählt. Im Vergleich mit der Einschätzung dieser Gebäude im virtuellen Raum lassen sich die Funktionen weiter unterteilen und einordnen.

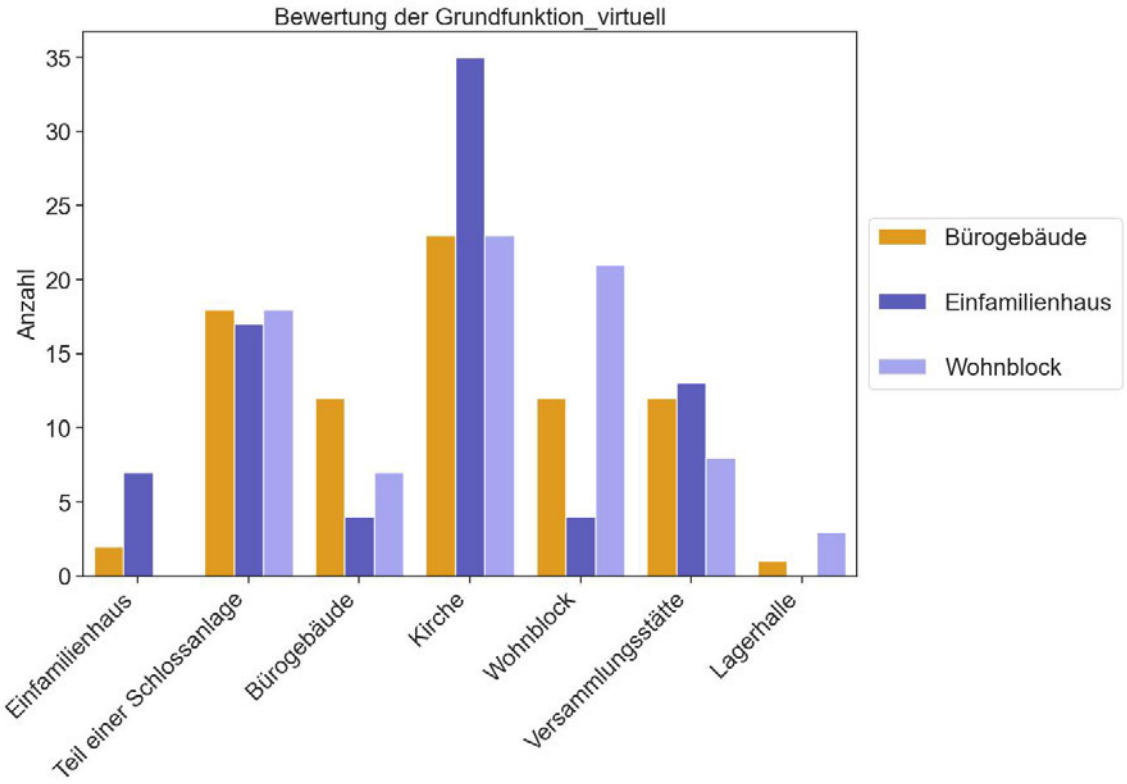


Abbildung 5.6.: Einschätzung der Grundfunktion der Haustypen in einem virtuellen Szenario

Diese Zusammenhänge sind auch bei der Betrachtung der Funktion nach Epochen zu sehen. In Abbildung 5.7 und Abbildung 5.8 ist deutlich zu erkennen, dass ein unverändertes Gebäude nicht als sakrales Bauwerk eingeordnet wurde. Ebenso wird es kaum als Kulturstätte wahrgenommen. Im Gegenzug werden diese Art der Gebäude sehr häufig als Wohngebäude angesehen.

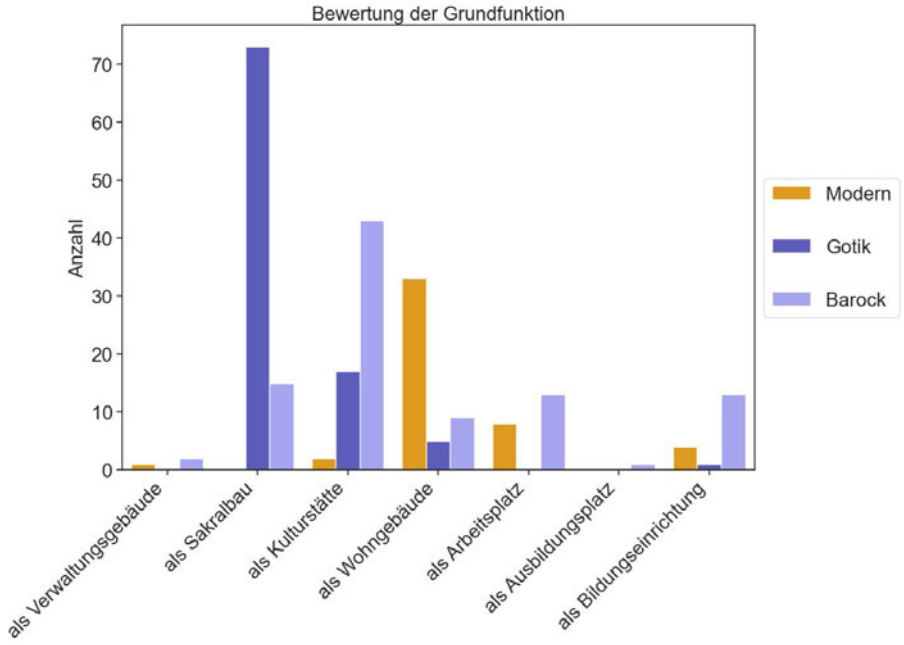


Abbildung 5.7.: Einschätzung der Grundfunktion der Gebäude, nach Epochen

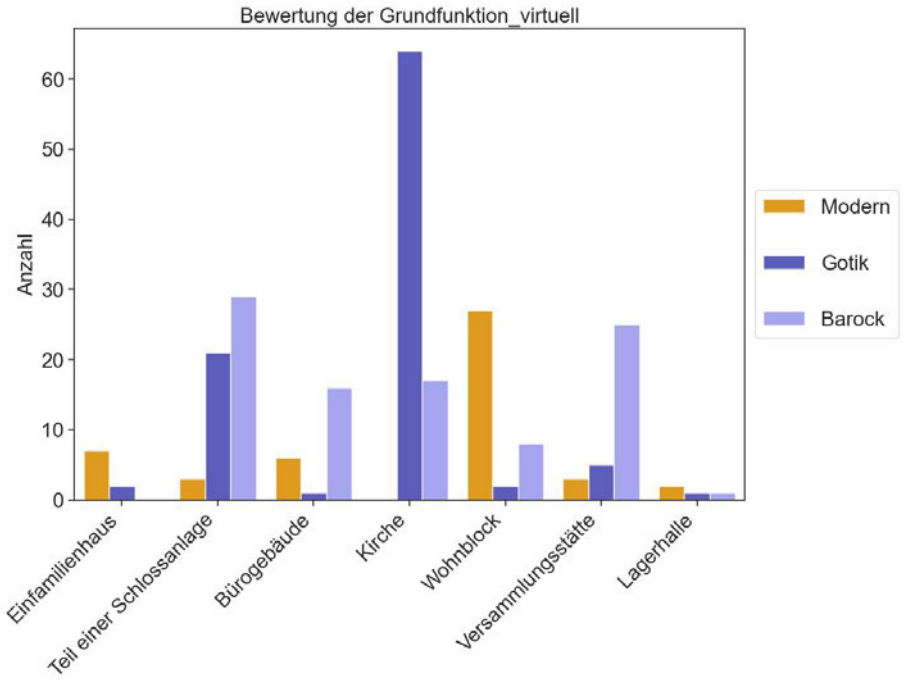


Abbildung 5.8.: Einschätzung der Grundfunktion der Gebäude in einem virtuellen Szenarios, nach Epochen

Das lässt sich auch so in der Einzelbetrachtung dieser drei Gebäude wahrnehmen. In Abbildung 5.9 werden alle drei Häuser als Wohngebäude wahrgenommen, wobei sich diese Einschätzung als besonders einheitlich in der Betrachtung des Einfamilienhauses zeigt. Auch der Wohnblock und das Bürogebäude werden als vermehrt wohnlich angesehen. Bei dem Bürogebäude ist die Verteilung der Antworten nur leicht stärker verteilt. Es spiegelt sich in den Ergebnissen wieder, dass die drei modernen Grundgebäude tendenziell eher als Wohngebäude gesehen wurden.

Im Bezug auf die Einschätzung in Abbildung 5.10 wird das Bürogebäude zwar öfter als Arbeitsgebäude eingeschätzt als die andern beiden Gebäude, aber der unterschied zu den Werten des Wohnblocks ist nicht so stark. Diese nicht ganz eindeutige Abgrenzung des Bürogebäudes bestätigt die Werte in den vorherigen Diagrammen. Es lässt den Schluss zu, das durch diese nicht eindeutige Einordnung bei den Modernen Gebäudetypen auch die Einordnung der veränderten Gebäudetypen schwerer gefallen ist.

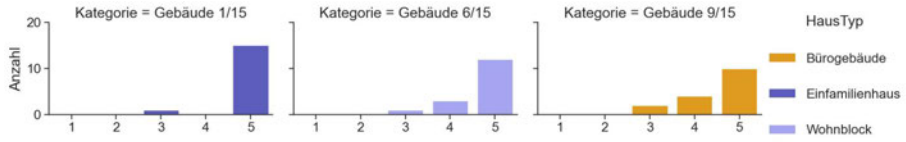


Abbildung 5.9.: Unverändertes Gebäude nach Wohnumfeld bewertet und nach Haustyp eingeordnet

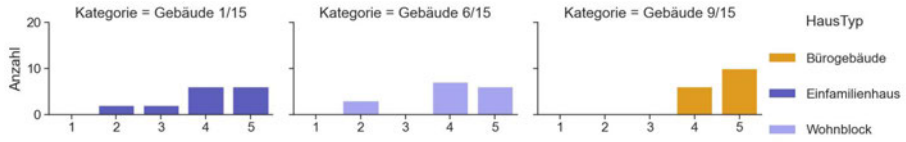


Abbildung 5.10.: Unverändertes Gebäude nach Arbeitsumfeld bewertet und nach Haustyp eingeordnet

Im diesem Zusammenhang ist auch die Korrelation zwischen dem Vorwissen der Probanden und ihrer Einschätzung der Gebäude zu betrachten. Für diesen Vorgang wurde aus den Wissensfragen eine Punktzahl errechnet, die als Maß dienen soll, wie viel Vorwissen ein Teilnehmer im Bereich der Kunst und Architektur besitzt. Pro Wissensfrage, die richtig beantwortet wird, erhöht sich die Punktzahl um zwei. Ebenso werden bestimmte Punktzahlen anhand der Ausbildung oder des Interesses

der Probanden vergeben. Diese so berechneten Werte sind in Abbildung 5.11 und Abbildung 5.12 mit der angenommenen Funktion der Gebäude ins Verhältnis gesetzt. Dabei ist zu erwähnen, dass sich die beiden abschließenden Fragen speziell auf die verwendeten Architekturstile beziehen und bei einer richtigen Antwort mehr Punkte eingebracht haben.

Es zeichnet sich deutlich ab, dass unabhängig der Punktzahl der gotische Stil besonders oft als Sakralbau eingeordnet wurde. Auch mit dem Abgleich in Abbildung 5.12 wird deutlich, dass diese Gebäude tendenziell als Kirche gesehen werden. Ebenso zeichnet sich eine einheitliche Ausprägung der Wahrnehmung bei den unveränderten Gebäuden ab. Das bestätigt sich auch in Abbildung 5.12 wieder. Dahingegen werden die Barocken Gebäude in Abbildung 5.11 eher von den Probanden mit einer höheren Punktzahl als Kulturstätten und Bildungseinrichtungen eingeschätzt. Verglichen mit den Ergebnissen in Abbildung 5.12 lässt sich jedoch keine eindeutigere Aussage über die Funktionserkennung treffen.

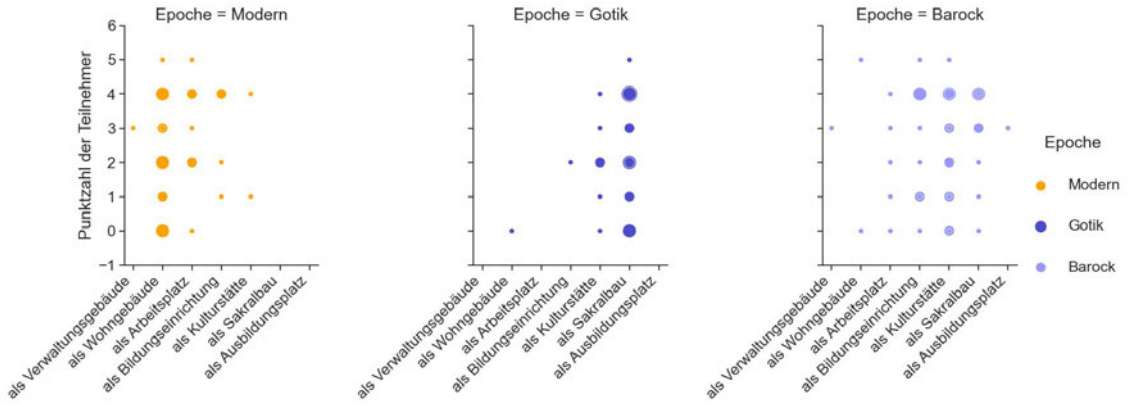


Abbildung 5.11.: Grundfunktion der Häuser im Zusammenhang mit dem Vorwissen der Probanden, sortiert nach Epoche

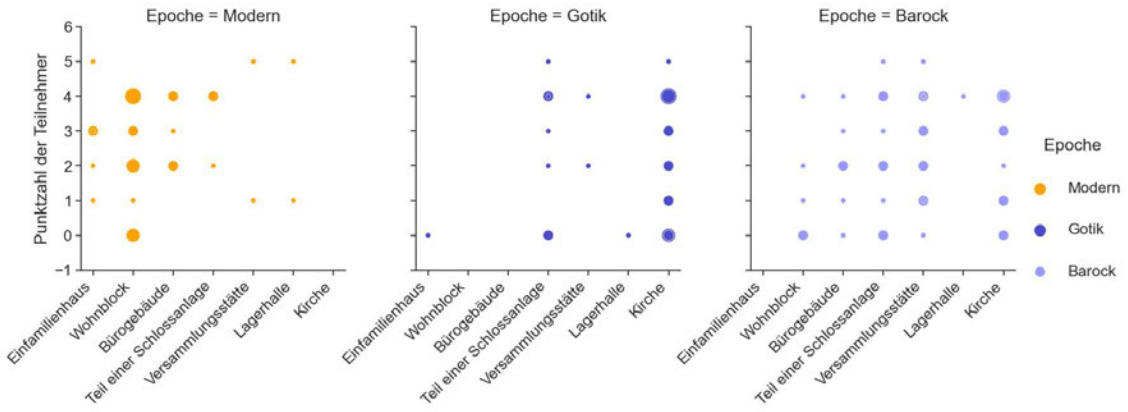


Abbildung 5.12.: Grundfunktionen der Häuser in einer virtuellen Umgebung in Zusammenhang mit dem Vorwissen der Probanden, sortiert nach Epoche

Dieser Abgleich des Wissens der Probanden mit ihrer Einschätzung der Grundfunktionen kann die oben getätigte Annahme der Beeinflussung der Probandenentscheidung nicht widerspiegeln. Es können nur bedingte Abweichungen für die Teilnehmer mit einer höheren Punktzahl festgestellt werden. Gesamtheitlich betrachtet entschied sich die Teilnehmergruppe immer sehr ähnlich, mit Abweichungen im barocken Stil. Diese starke Einordnung in die Sakralbauten und Kulturstätten lässt sich auf die gesamtheitliche Wahrnehmung der Stile zurückführen und bestätigt sich in Abbildung 5.13. Hier ist deutlich zu erkennen, dass die historischen Gebäude deutlich anders eingeschätzt wurden, als die modernen. Die beide Stile wurden öfter zustimmend in eine wohlhabende Gegend eingeordnet, als ablehnend. Die Grafik betrachtet die Einordnung der Gebäude in eine Funktion und setzt sie der Werteinschätzung gegenüber. Dabei ist zu sehen, dass eine Korrelation zwischen den historischen Gebäuden und ihrer Wertschätzung existiert. Diese Verbindung wurde bereits in Kapitel 2.2 aufgegriffen und ist in der Historik der Stile begründet. Somit ist die verstärkte Auswahl der Gebäude als Sakral- und Kulturbauten in den Funktionsfragen zu erklären.

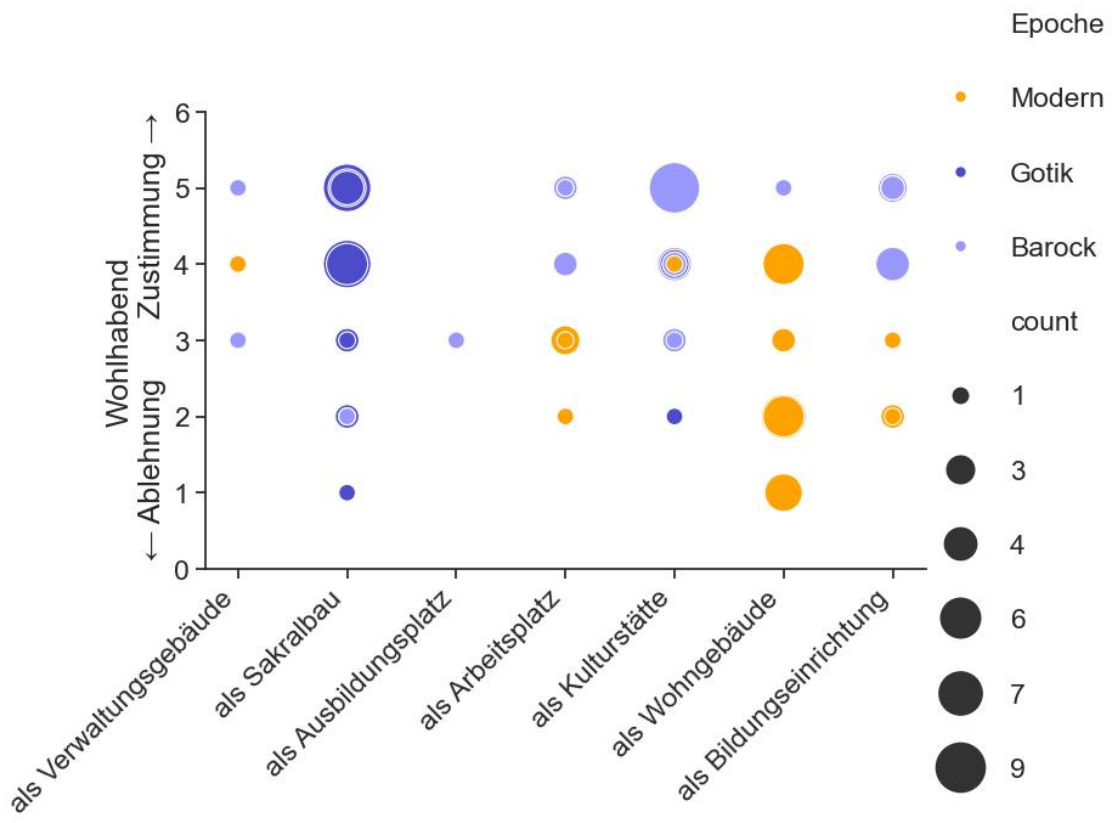


Abbildung 5.13.: Gegenüberstellung der eingeschätzten Funktion und einer Wohlhabenden Umgebung, sortiert nach Epoche

In der Gesamtbetrachtung der Auswertung lässt sich sagen, dass eine eindeutige Wiedererkennung der Grundfunktion der Stile nicht möglich war. Es sind leichte Tendenzen innerhalb isolierter Kategorien wahrzunehmen, die sich auf die Häusertypen beziehen. Wie in Abbildung 5.6 deutlich wird. Dennoch überwiegen die Funktionen, die den Stilen als solche zugeordnet werden.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde die Frage, ob die Grundfunktion eines Gebäudes wiedererkannt werden kann, nachdem es optisch einem anderen Stil angepasst wurde, untersucht. Für diese Erkenntnis wurden die Grundlagen der zwei historischen Stile der Gotik und des Barock erläutert. Hierbei ist besonderer Wert auf die prägnantesten Dekorelemente des jeweiligen Stils gelegt worden. Weiterhin wurde ein Einblick in die menschliche Wahrnehmung gegeben und die Generierung von Prozeduralen Inhalten erklärt.

Im Kapitel 3 Änforderungen und Konzeptionẅird der methodische Aufbau der Untersuchung erläutert. Die Forschungsfrage zielt darauf ab, durch Stilübertragung die äußere Erscheinung von Gebäuden zu verändern und parallel die Grundfunktion erkennbar zu halten. Parameter wie Abmessungen und Anzahl der Dekorelemente wurden definiert, und für jeden Architekturstil zwei Stufen der Dekorationsausprägung geplant. Ein unverändertes Grundgebäude dient als Referenz.

Im vierten Kapitel wird erklärt, wie das Konzept der prozeduralen Generierung am Beispiel von Houdini umgesetzt wurde und dazu beigetragen hat, die erstellten Gebäude einfach und schnell zu verändern, sowie viele verschiedene Häuser innerhalb der einzelnen Stile zu erstellen. Das entstandene Projekt bildet die Grundlage für die Untersuchung der Wiedererkennung der Funktionen der Bauwerke. Das erstellte Konzept ermöglicht es, Gebäude basierend auf ihren Grundfunktionen zu erstellen. Diese Bauwerke können sowohl im gotischen, als auch im barocken Stil angezeigt werden und mit weiteren oder mehr Dekorelementen ausgestattet werden.

Kapitel 5 beschäftigt sich mit der Untersuchung im Rahmen dieser Arbeit. Es wird auf den Aufbau der Probandenumfrage eingegangen, die in einer dreidimensionalen Umgebung durchgeführt wurde. Die Daten wurden mithilfe einer externen Anwendung erfasst, in der den Probanden grundlegende und spezifische Fragen zu verschiedenen Gebäudemodellen gestellt wurden. Die Fragen dienten dazu, die Grund-

funktion der Gebäude und ihre Einordnung in historische und kulturelle Epochen zu ermitteln. Insgesamt wurden 16 Probanden befragt.

Die Evaluationsstruktur umfasst die Beurteilung der Gebäude nach ihrer Funktion, ihres historischen oder modernen Charakters, ihrer sakralen oder weltlichen Einordnung und ihrer Eignung für Videospiele. Die Durchführung erfolgte mithilfe einer Unity-Engine-basierten Anwendung, und die Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch ein Python-Skript.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass die Einschätzung der historischen Architekturstile tendenziell von den Stilen selbst beeinflusst wird. Es gibt Hinweise darauf, dass die gotischen Stile eher mit sakralen Gebäuden in Verbindung gebracht werden, während barocke Stile eher weltlichen oder kulturellen Bauten zugeordnet werden. Die Funktionen der Gebäude wurden teilweise erkannt, wobei Sakralbauten und Kulturstätten häufiger zugeordnet wurden. Auch eine Verbindung der Stile mit Wohlstand und Reichtum wurde festgestellt.

Die Analyse der Ergebnisse zeigt, dass es zwar einige Tendenzen in der Wahrnehmung gibt, jedoch keine eindeutige Wiedererkennung der Grundfunktion der Stile möglich ist. Die Einordnung erfolgt durch die historische Verbindung der Stile mit bestimmten Funktionen und Orten.

Ausblick Diese Arbeit legt eine gute Grundlage für die Fragestellung der Funktionszuordnung. Eine sich daraus ergebende weitere Untersuchung wäre die Betrachtung der Gebäude in einer VR-Umgebung. So würde die Immersion der Probanden deutlich gesteigert werden und durch die feste Perspektive könnte ein anderer Eindruck entstehen. Weiterhin wäre es in einer solchen Umgebung möglich, noch deutlich realistischere Szenarien zu gestalten.[FO15] So könnten sich die Probanden durch eine ganze Wohnsiedlung bewegen und die einzelnen Häuser im direkten Vergleich erleben. In einem solchen Betrachtungsfall könnte auch das Innenleben der Gebäude weiter ausgebaut werden und eine eindeutigere Rolle spielen. So würden die Probanden eine noch höhere Immersion erleben und könnten ihre Umgebung noch genauer einschätzen.

Weiterhin ließe sich eine rudimentäre Videospielwelt darstellen und es könnte untersucht werden, wie es sich auf die Wahrnehmung der Spieler auswirkt wenn alle Häuser einem einheitlichen Stil entsprechen und nebeneinander erlebt werden können. Für diesen Testaufbau wäre die Frage spannend, aufgrund welcher Parameter

der Proband seinen Wohnort und seinen Arbeitsplatz auswählen würde. Mit Hilfe dieser Informationen könnten sich besonders Spiele des Genres „Social Simulation“ verbessern lassen.[1] Besonders die Aufteilung von wichtigen Gebäuden und ihren Abstand zueinander beziehungsweise die Wege zwischen diesen Gebäuden können bei diesem Genre eine wichtige Rolle spielen. Die Optimierung der Wege zwischen diesen Gebäuden wird für den Spieler essentiell.[BM20]

Eine weitere Nutzung der Anwendung könnte in der Weiterbildung liegen. Mit Hilfe der erstellten Elemente sind zwei historische Stile nachempfunden worden. Besonders im Bezug auf die Kunstgeschichte ließen sich zusätzliche Elemente gestalten und integrieren. Diese könnten dazu dienen, eine noch umfangreichere und realistischere Abbildung dieser Epochen zu generieren und diese so weiter zu vermitteln. Ebenfalls ließen sich zusätzlich noch weitere Stile der Kunstgeschichte aus anderen Epochen erstellen und so noch umfangreicheres Wissen vermitteln. Ähnliche Anwendungen im Bereich der Malerei gibt es bereits schon.[2] So würde es sich ebenfalls anbieten, eine ähnliche Anwendung für dreidimensionale Kunst wie die Architektur zu entwickeln. Besonders für Museen würde sich eine solche Software anbieten. Die Wissensvermittlung durch moderne Ansätze zu realisieren ist zunehmend wichtiger in unserer digitalen Gesellschaft. Jüngere Generationen könnten einfacher angesprochen werden und ein immersiveres Erlebnis des Wissens gestaltet werden. Diese emotionale Verbindung zu den einzelnen Wissensinhalten schafft höheres Interesse daran, sich in diesen Bereichen weiterzubilden.[AT14]

Auch im Zusammenhang mit der Förderung des Erinnerungsvermögens ließe sich die Anwendung erweitern. Durch die schnelle Generierung der Gebäude und die Stilübertragung ließen sich Gegenden und Städte nachbauen. Diese könnten genutzt werden, um sie über VR-Headsets älteren oder kognitiv eingeschränkten Menschen zu zeigen. Es würde ihnen die Möglichkeit geben, ihr Gedächtnis räumlich zu stimulieren und die Orientierungsfähigkeit zu testen.[Bem03] Ähnliche Ansätze für Projekte dazu existieren bereits.[YKY+20] Würde die Anwendung mit weiteren Stilen ausgestattet werden, ließe sich durch die Stilübertragung das Aussehen der Gebäude an die vergangenen Jahrzehnten anpassen. So könnten den Probanden ein und dieselbe Straße, in der sie zum Beispiel aufgewachsen sind in verschiedenen Veränderungszuständen gezeigt werden. Diese Verknüpfung von altem und neuem Aussehen könnte ihnen bei der Orientierung in der echten Welt helfen.[STL+]

[1] https://www.gamersdecide.com/articles/best-social-games
[2] https://citizensciencegames.com/games/artigo/

Literaturverzeichnis

[AF88] Kevin J Avery und Peter L Fodera: *John Vanderlyn's Panoramic View of the Palace and Gardens of Versailles*, Metropolitan Museum of Art, 1988.

[AT14] Eleni Alexandri und Antonia Tzanavara: *New technologies in the service of museum education*, *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Bd. 12(2):S. 317–320, 2014.

[Bar22] *Barocke Architektur*, 2023-09-22.
URL https://www.kunstundreisen.de/kunst/stil-epochen/architektur/barock-baustil.html

[Bem03] Eva Dorothea Bemmerer: *Zur Erfassung visuell-räumlicher Orientierung in virtuellen Realitäten bei Personen mit leichten kognitiven Störungen und Personen mit Demenz: Untersuchungsansatz und erste Ergebnisse zur differenzialdiagnostischen und kriterienorientierten Validität des Verfahrens*, Dissertation, 2003.

[BHRR12] Christine M. Bachen, Pedro F. Hernández-Ramos und Chad Raphael: *Simulating REAL LIVES: Promoting Global Empathy and Interest in Learning Through Simulation Games*, *Simulation & Gaming*, Bd. 43(4):S. 437–460, 2012.
URL https://doi.org/10.1177/1046878111432108

[BM20] Femke Bekius und Sebastiaan Meijer: *Selecting the right game concept for social simulation of real-world systems*, in *Advances in Social Simulation: Looking in the Mirror*, S. 71–79, Springer, 2020.

[BMEHB19] Björn Berg Marklund, Henrik Engström, Marcus Hellkvist und Per Backlund: *What Empirically Based Research Tells Us About Game Development*, *The Computer Games Journal*, Bd. 8(3–4):S. 179–198, Sept. 2019, ISSN 2052-773X.

[BR20] D. Bawden und L. Robinson: *Information Overload: An Overview*, in *Oxford Encyclopedia of Political Decision Making*, Oxford University Press, Oxford, June 2020, this is a draft of a chapter that has been published by Oxford University Press in the book Oxford Encyclopedia of Political Decision Making.
URL https://openaccess.city.ac.uk/id/eprint/23544/

[BV57] Julie Braun-Vogelstein: *Gotische Architektur*, S. 132–148, Springer Netherlands, Dordrecht, 1957, ISBN 978-94-010-3700-6.
URL https://doi.org/10.1007/978-94-010-3700-6_8

[Dal] Fabian Daldrup: *Der Schlossbau von Versailles*.

[dC15] Bertrand du Castel: *Pattern activation/recognition theory of mind*, *Frontiers in Computational Neuroscience*, Bd. 9:S. 90, 2015, ISSN 1662-5188.
URL https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncom.2015.00090

[DEDA] DEN ZUSTAND DEINES GEDANKENGE DU ERKANNTEST, NUNMIT DESSEN und DEINER ANVERWANDLUNG: *Raum und Gebäude in der Modalen Strukturierungstheorie*, *Elena Wilhelm*, S. 50–54.

[Den28] F. W. Dencer: *Industriebauten*, S. 126–140, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 1928, ISBN 978-3-642-50952-0.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-642-50952-0_11

[Erb08] Dietrich Erben: *Die Kunst des Barock*, Bd. 2557, CH Beck, 2008.

[Eve19] Susanne Evers: *Das Paradebett König Friedrichs I. im Schloss Charlottenburg in Berlin. Geschichte, Funktion und Restaurierung eines barocken Schaumöbels*, *In Situ*, (40), Sept. 2019, ISSN 1630-7305.

[Fah94] Manfred Fahle: *Human Pattern Recognition: Parallel Processing and Perceptual Learning*, *Perception*, Bd. 23(4):S. 411–427, 1994, pMID: 7991342.
URL https://doi.org/10.1068/p230411

[FB14] Marília Ramalho Fontenelle und Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos: *The multicriteria approach in the architecture conception: Defining windows for an office building in Rio de Janeiro*, *Building and Environment*, Bd. 74:S. 96–105, 2014, ISSN 0360-1323.
URL https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132314000080

[FJ0] Pablo Fraile-Jurado: *Geographical Aspects of Open-World Video Games*, *Games and Culture*, Bd. 0(0):S. 15554120231178871, 0.
URL https://doi.org/10.1177/15554120231178871

[FO15] Laura Freina und Michela Ott: *A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives*, in *The international scientific conference elearning and software for education*, Bd. 1, S. 10–1007, 2015.

[For23] *Bürobauten*, 2023.
URL https://deu.archinform.net/stich/186.htm

[Gab97] Jean-François Gabriel: *Beyond the cube: the architecture of space frames and polyhedra*, John Wiley & Sons, 1997.

[Gel53] Frank A Geldard: *The human senses.*, 1953.

[Gig20] Maximilian Gigl: *Sakralbauten*, Bd. 3, Herder, Freiburg ; Basel ; Wien, 2020.
URL http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn:de:bvb:19-epub-94511-1

[Got19] *Gotische Architektur*, 2023-08-19.
URL https://www.kunstundreisen.de/kunst/stil-epochen/architektur/gotik-baustil.html

[Grü21] Jörg Kurt Grütter: *Wohngebäude*, S. 175–190, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2021, ISBN 978-3-658-33688-2.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-658-33688-2_15

[Gym13] Jan Gympel: *Geschichte der Architektur*, hf ullmann Publishing, 2013.

[GZM22] Tianhan Gao, Jin Zhang und Qingwei Mi: *Procedural Generation of Game Levels and Maps: A Review*, in *2022 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIC)*, S. 050–055, 2022.

[Haf18] Andreas Haffter: *Neue Lagerhalle im Kontext eines denkmalgeschützten Industrieareals – Neubau Radsatzlager des SBB-Reparaturcenters in Zürich-Altstetten*, *Stahlbau*, Bd. 87(12):S. 1171–1178, 2018.
URL https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/stab.201800027

[Her01] George L Hersey: *Architecture and Geometry in the Age of the Baroque*, University of Chicago Press, 2001.

[Her10] Michael Herrmann: *Definition of a building; Gebaeude oder nicht?*, Nov 2010.

[HMVDVI13] Mark Hendrikx, Sebastiaan Meijer, Joeri Van Der Velden und Alexandru Iosup: *Procedural Content Generation for Games: A Survey*, *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, Bd. 9(1), feb 2013, ISSN 1551-6857.
URL https://doi.org/10.1145/2422956.2422957

[Hod14] Susie Hodge: *Gotik*, S. 24–27, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2014, ISBN 978-3-642-39328-0.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-642-39328-0_7

[Hou23] *Houdini-Front page*, 2023-11-23.
URL https://www.sidefx.com/products/houdini/

[Hun07] J. D. Hunter: *Matplotlib: A 2D graphics environment*, *Computing in Science & Engineering*, Bd. 9(3):S. 90–95, 2007.

[Jes06] Simone Jeska: *Hohe Pfeiler und feines Maßwerk: die Gotik*, S. 39–39, Birkhäuser Basel, Basel, 2006, ISBN 978-3-7643-7884-4.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-7643-7884-4_2

[JNH20] Zahra Jalali, Esmatullah Noorzai und Shahin Heidari: *Design and optimization of form and facade of an office building using the genetic algorithm*, *Science and Technology for the Built Environment*,

Bd. 26(2):S. 128–140, 2020.
URL https://doi.org/10.1080/23744731.2019.1624095

[Kle13] Bruno Klein: *Göttliche Gotik? Modi der Transzendierung von Sakralarchitektur im hohen und späten Mittelalter*, S. 356–373, 2013.

[Kle20] Bruno Klein: *Warum Gotik?*, 2020.

[Kub63] Hans Erich Kubach: *Dächer und Giebel des Domes zu Speyer*, *Kunstchronik. Monatsschrift für Kunstwissenschaft, Museumswesen und Denkmalpflege*, Bd. 16(6):S. 149–168, 1963.

[Kur13] Ray Kurzweil: *How to Create a Mind*, 2013.
URL https://www.howtocreateamind.com/download/MA2013_Kurzweil.pdf

[LH19] Michael Lankes und Andreas Haslinger: *Lost & Found: Gaze-Based Player Guidance Feedback in Exploration Games*, in *Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*, CHI PLAY '19 Extended Abstracts, S. 483–492, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2019, ISBN 9781450368711.
URL https://doi.org/10.1145/3341215.3356275

[LM16] Stefan Liszio und Maic Masuch: *Lost in Open Worlds: Design Patterns for Player Navigation in Virtual Reality Games*, in *Proceedings of the 13th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ACE '16, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2016, ISBN 9781450347730.
URL https://doi.org/10.1145/3001773.3001794

[Lyt74] Margaret Lyttelton: *Baroque architecture in classical antiquity*, Cornell University Press, 1974.

[Mat14] Mark P. Mattson: *Superior pattern processing is the essence of the evolved human brain*, *Frontiers in Neuroscience*, Bd. 8, 2014, ISSN 1662-453X.
URL https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2014.00265

[MEN10] David Milam und Magy Seif El Nasr: *Design Patterns to Guide Player Movement in 3D Games*, in *Proceedings of the 5th ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games*, Sandbox '10, S. 37–42, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2010, ISBN 9781450300971.
URL https://doi.org/10.1145/1836135.1836141

[MM16] Heidrun Matthäus und Wolf-Gert Matthäus: *Parametervergleiche zweier nicht verbundener Stichproben*, S. 429–467, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2016, ISBN 978-3-658-07689-4.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-658-07689-4_9

[Mon] Daniela Mondini: *, Drehmomente ': Orientierungswechsel christlicher Kultbauten im mittelalterlichen Rom*, in *Monuments & Memory: Christian Cult Buildings and Constructions of the Past: Essays in honour of Sible de Blaauw*, S. 199–207.

[Mon13] Daniela Mondini: *Himmelslicht: Lichtregie im Sakralbau*, *Kunst + Architektur in der Schweiz*, Bd. 64(3):S. 4–12, September 2013, ISSN 1421-086X.
URL https://doi.org/10.5167/uzh-87472

[Neu60] Ernst Neufert: *Industriebauten*, *Planen und Bauen im neuen Deutschland*, S. 328–337, 1960.

[OKA13] William O'Brien, Konstantinos Kapsis und Andreas K. Athienitis: *Manually-operated window shade patterns in office buildings: A critical review*, *Building and Environment*, Bd. 60:S. 319–338, 2013, ISSN 0360-1323.
URL https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132312002685

[Pol99] Friedrich B Polleroß: *Auftraggeber und Funktionen barocker Kunst in Österreich*, 1999.

[Pur95] Jacek Purchla: *Das Bürgerliche Wohnhaus in Krakau während des 19. Jahrhunderts: Raum, Stil und Architektur*, Wien, 1995.

[Rot18] Francine Rotzetter: *Nonverbal Guidance Systems. Seamless Player-leading in Open-world Games*, 2018.

[rW07] Jü rgen Wiener: *Gotische Sakralarchitektur von 1200-1350 in Europa*, 2007.

[Sch96] Manfred Schreiner: *Grundstücke und Gebäude*, S. 97–114, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1996, ISBN 978-3-663-07825-8.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-663-07825-8_8

[SGS11] Timothy D. Sweeny, Marcia Grabowecky und Satoru Suzuki: *Awareness Becomes Necessary Between Adaptive Pattern Coding of Open and Closed Curvatures*, *Psychological Science*, Bd. 22(7):S. 943–950, 2011, pMID: 21690314.
URL https://doi.org/10.1177/0956797611413292

[Shi07] Larry Shiner: *Architecture vs. Art: The Aesthetics of Art Museum Design [1]*, *Contemporary Aesthetics (Journal Archive)*, Bd. 5(1):S. 9, 2007.

[SHS11] Gayane Shalunts, Yll Haxhimusa und Robert Sablatnig: *Architectural Style Classification of Building Facade Windows*, in *Advances in Visual Computing* (herausgegeben von George Bebis, Richard Boyle, Bahram Parvin, Darko Koracin, Song Wang, Kim Kyungnam, Bedrich Benes, Kenneth Moreland, Christoph Borst, Stephen DiVerdi, Chiang Yi-Jen und Jiang Ming), S. 280–289, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011, ISBN 978-3-642-24031-7.

[SHS12] Gayane Shalunts, Yll Haxhimusa und Robert Sablatnig: *Classification of gothic and baroque architectural elements*, in *2012 19th International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*, S. 316–319, 2012.

[SM20] Oliver Sack und Sabine Meier: *Architektur des Wohnens*, *Handbuch Wohnsoziologie*, S. 1–21, 2020.

[STL+] Věra Suchomelová, Renata Tetourová, Lenka Lhotská, Jan Husák, Martin Kotek und Jakub Stejskal: *Virtuelle Realität und ihr Einsatz (nicht nur) in Altenheimen.*

[STN16] Noor Shaker, Julian Togelius und Mark J. Nelson: *Procedural Content Generation in Games*, Springer International Publishing, 2016, ISBN 978-3-319-42714-0.

[Sto11] Frauke Stobbe: *Romanischer und gotischer Sakralbau in Frankreich : am Beispiel der Abteikirche von Saint-Denis*, masterthesis, Universität Potsdam, 2011.

[SW19] Tilo Strobach und Mike Wendt: *Gedächtnis*, S. 33–39, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2019, ISBN 978-3-662-57570-3.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-662-57570-3_5

[TCL+13] Julian Togelius, Alex J. Champandard, Pier Luca Lanzi, Michael Mateas, Ana Paiva, Mike Preuss und Kenneth O. Stanley: *Procedural Content Generation: Goals, Challenges and Actionable Steps*, in *Artificial and Computational Intelligence in Games* (herausgegeben von Simon M. Lucas, Michael Mateas, Mike Preuss, Pieter Spronck und Julian Togelius), Bd. 6 von *Dagstuhl Follow-Ups*, S. 61–75, Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Dagstuhl, Germany, 2013, ISBN 978-3-939897-62-0.
URL http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2013/4336

[TKSY11] Julian Togelius, Emil Kastbjerg, David Schedl und Georgios N. Yannakakis: *What is Procedural Content Generation? Mario on the Borderline*, in *Proceedings of the 2nd International Workshop on Procedural Content Generation in Games*, PCGames '11, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2011, ISBN 9781450308724.
URL https://doi.org/10.1145/2000919.2000922

[VDBNR98] Sabine Volbracht, Gitta Domik, Dorothea Backe-Neuwald und Hans-Dieter Rinkens: *The City Game: An Example of a Virtual Environment for Teaching Spatial Orientation.*, *J. Univers. Comput. Sci.*, Bd. 4(4):S. 461–465, 1998.

[Was21] Michael L. Waskom: *seaborn: statistical data visualization*, *Journal of Open Source Software*, Bd. 6(60):S. 3021, 2021.
URL https://doi.org/10.21105/joss.03021

[WGS23] Bo Wang, Zhenlin Gao und Mohammad Shidujaman: *Meaningful Place: A Phenomenological Approach to the Design of Spatial Experience in Open-world Games*, *Games and Culture*, S. 155541202311712, Mai 2023, ISSN 1555-4139.

[WLG+23] Yi Wang, Jieliang Luo, Adam Gaier, Evan Atherton und Hilmar Koch: *PlotMap: Automated Layout Design for Building Game Worlds*, 2023.

[YKY+20] Seo Jung Yun, Min-Gu Kang, Dongseok Yang, Younggeun Choi, Heejae Kim, Byung-Mo Oh und Han Gil Seo: *Cognitive training using fully immersive, enriched environment virtual reality for patients with mild cognitive impairment and mild dementia: Feasibility and usability study*, *JMIR Serious Games*, Bd. 8(4):S. e18127, 2020.

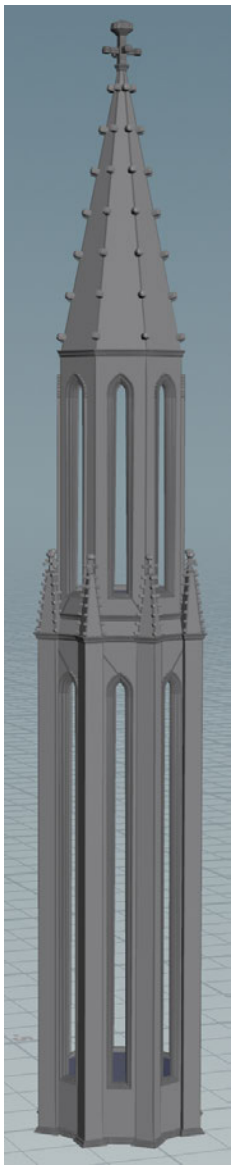
[Zig08] Denise Zigann: *Entwicklung eines Konzepts zur Umstrukturierung der innerbetrieblichen Lagerhalle mit dem Ziel der gewerblichen Nutzung durch einen Großkunden am Beispiel einer Spedition*, 2008.

[ZMNI19] Regina Zeitner, Michael Marchionini, Günter Neumann und Heike Irmscher: *IPMS: Bürogebäude*, S. 161–176, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2019, ISBN 978-3-662-58476-7.
URL https://doi.org/10.1007/978-3-662-58476-7_7

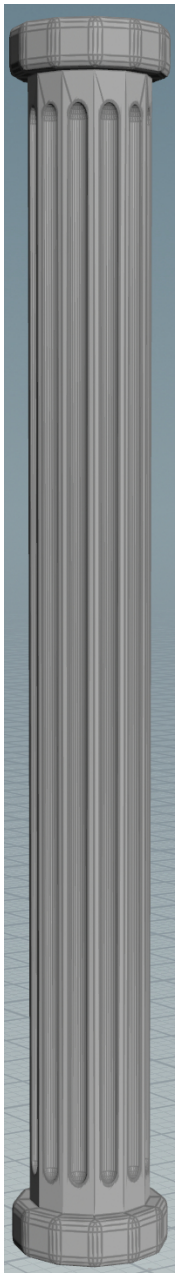
Anhang

Abbildungen

.1. Dekorelemente



(a) Turm der Gotik



(b) Säule im Stil des Barocks

A2

Abbildung .1.: verschiedene Elemente der beiden Stile

A. Konzeptionsdokumente

A.1. Elementliste Gebäude

A.2. Fragebogen

Stilelement	Anzahl Version 1	Anzahl Version 2
Gothik		
Fenster	50	56
Tor	2	2
Krabben	312	872
Turm	4	4
Pinakel/Fiale	28	42
Rundfenster	2	2
Kreuzblume	50	64
Strebebögen	0	14
Barock		
Fenster	40	46
Fenstergiebel Rund	6	6
Fenstergiebel Dreieck	5	5
Eingangstor	2	2
Kolossalordnung	1	2
Kuppeln	1	2
Pilaster	104	128
Volute (Dekoschnecke)	0	0

Tabelle A.1.: Stilelemente Wohnblock

Stilelement	Anzahl Version 1	Anzahl Version 2
Gothik		
Fenster	18	26
Tor	1	1
Krabben	312	456
Turm	4	4
Pinakel/Fiale	28	40
Rundfenster	1	1
Kreuzblume	50	62
Strebebögen	0	12
Barock		
Fenster	19	27
Fenstergiebel Rund	10	14
Fenstergiebel Dreieck	9	13
Eingangstor	1	1
Kolossalordnung	1	2
Kuppeln	1	1
Pilaster	50	62
Volute (Dekoschnecke)	0	12

Tabelle A.2.: Stilelemente Bürogebäude

Tabelle A.3.: Fragebogen

Frage	Antwort
Wie alt sind Sie?	Integereingabe
Sie sind...	männlich; weiblich; divers; keine Angabe
Empfinden Sie das Gebäude als eher modern oder historisch?	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
Empfinden Sie das Gebäude als eher sakral oder weltlich?	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
Können Sie sich vorstellen, dass Menschen in diesem Gebäude wohnen?	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
Können Sie sich vorstellen, dass Menschen in diesem Gebäude arbeiten?	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
In welchem Teil der Welt würden Sie das gezeigte Gebäude erwarten?	Nordamerika; Südamerika; Europa; Asien; Afrika; Australien
Dieses Gebäude steht in einer eher wohlhabenden Gegend.	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
Was denken Sie, wofür wird dieses Gebäude benutzt?	als Kulturstätte; als Arbeitsplatz; als Wohngebäude; als Bildungseinrichtung; als Sakralbau
Wenn Sie sich in einer virtuellen Umgebung, z.B. in einem Videospiel befinden würden, welche Funktion sollte dieses Gebäude dort erfüllen?	Wohnblock; Einfamilienhaus Lagerhalle; Teil einer Schlossanlage; Kirche; Versammlungsstätte; Bürogebäude
Innerhalb eines Videospiels oder einer virtuellen Umgebung wäre dieses Gebäude interessant.	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
Dieses Gebäude könnte ein spezieller Orientierungspunkt innerhalb eines Videospiels oder einer virtuellen Umgebung sein.	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
Wie groß ist Ihr Interesse allgemein an historischen Architekturstilen?	Auswahl zwischen Zustimmung und Ablehnung
Beschäftigen Sie sich beruflich oder in Ihrer Ausbildung mit Architektur oder Kunst?	Ja, Kunst; Ja, Architektur; Ja, beides; Nein
Könnten Sie den Begriffen Volute, Pilaster, gesprengter Giebel und Kolossalordnung einen Architekturstil zuordnen?	Freie Textantwort
Könnten Sie den Begriffen Wimperge, Pinakel, Kreuzblume und Strebebögen einen Architekturstil zuordnen?	Freie Textantwort

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche wissentlich verwendete Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Mittweida, den 26. Februar 2024

Ronja Schneider