

Augmented Reality als Methode der Architekturvermittlung am Beispiel von Wiener Kaffeehäusern

DIPLOMARBEIT

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades einer
Diplom-Ingenieurin
unter der Leitung von

Ass.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Peter Ferschin
259.1 Institut für Architekturwissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung
von

Emina Dizdarevic, BSc
01526429

Wien, 20.12.2018

(Unterschrift Verfasserin)

Im Sinne der Gleichberechtigung von Mann und Frau wird in der vorliegenden Arbeit bei personenbezogenen Hauptwörtern die weibliche und die männliche Form verwendet. In Fällen, in denen die Lesbarkeit dadurch eingeschränkt ist, wird abwechselnd entweder die weibliche oder die männliche Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts. Frauen und Männer mögen sich von den Inhalten dieser Arbeit gleichermaßen angesprochen fühlen.

Kurzfassung

Diese Arbeit hat als Ziel anhand neuer Technologien und digitaler Lernmethoden eine neue Art der Architekturvermittlung zu entwickeln. Es wird die Gebrauchstauglichkeit von Augmented Reality (AR) im Kontext des Erforschens der Wiener Kaffeehäuser evaluiert und gezeigt, wie sich diese gegenseitig unterstützen können. Die Arbeit gliedert sich in einen einleitenden theoretischen Teil und einen darauf aufbauenden praktischen, in dem eine AR-App für Smartphones als Serious Game entwickelt wird.

Einleitend wird die Problemstellung erläutert und derzeitige Methoden der Architekturvermittlung analysiert. Des Weiteren wird auf das Thema Augmented Reality eingegangen, ein historischer Überblick der Entwicklung gegeben und mit konkreten Beispielen aus der Architektur genauer aufgezeigt. Der Abschnitt wird mit den Darstellungsmöglichkeiten von AR ergänzt und es wird ein Ausblick für die Zukunft gegeben. Das darauffolgende Kapitel setzt sich mit der angewandten Lernmethode Serious Games auseinander und erläutert ihre Grundlagen und Prinzipien. Danach werden ausgewählte Kaffeehäuser mit besonderem Augenmerk auf ihre architektonischen Besonderheiten vorgestellt. Es werden u.A. Werke von Heinrich von Ferstel, Oswald Haerdtl und Hermann Czech begutachtet und ein Überblick von verschiedenen Zeitepochen und Baustilen gegeben.

Die Umsetzung des vorangehenden theoretischen Teils folgt im Hauptteil. Anhand einer AR-App werden BenutzerInnen durch Wien geführt und durch Hinweise angeregt Kaffeehäuser zu besuchen, mit Augmented Reality Lösungen zu finden und über die spezifischen Architekturelemente zu lernen. Zuerst werden die verwendeten Programme – Unity3D und Vuforia – vorgestellt, mit besonderem Fokus auf die Aufbereitung der Unterlagen und die Arbeitsschritte, die für eine erfolgreiche Augmentierung erforderlich sind. Anschließend folgt das Ergebnis des Projektes, wo in Form von Arbeitsberichten die Merkmale der Kaffeehäuser durch Augmentierungen begutachtet und bewertet werden. Es wird dargestellt, wie reale Objekte mit digitalem Inhalt ergänzt werden, um auf diese Weise dem architekturaffinen Benutzer die Geschichte von Architekturelementen in Kaffeehäusern vom 19. Jahrhundert bis heute näher zu bringen und somit die Architekturvermittlung mit zeitgemäßen Methoden anzureichern.

Schlagwörter: Architekturvermittlung, Augmented Reality, Serious Games, Kaffeehäuser in Wien

Abstract

This paper aims to use new technologies and digital learning methods to provide a new form of architectural mediation. Augmented reality's (AR) fitness for use in the context of exploring Vienna's coffee houses is being evaluated and their mutual support is demonstrated. The thesis contains an introductory theoretical part which is followed by a practical one, in which an AR App for smartphones will be developed.

The problem statement will be illustrated in the introduction, as well as the current forms of architectural mediation. The next chapter talks about augmented reality, its historical development and pinpoints it through examples from architectural practice. For completion, AR's presentation methods will be described and an outlook for the future will be given. Furthermore it is dealt with the applied learning method "serious games" and its basics and principles. After that, the selected coffee houses and their distinctive architectural marks will be presented. Among others, the work of Heinrich von Ferstel, Oswald Haerdtl and Hermann Czech are examined, thus giving an overview of the different time periods and architectural styles.

The implementation of the theoretical part follows in the main part. By means of an AR App, users will be guided through Vienna and encouraged to visit coffee houses through clues, find the answers via Augmented Reality and learn about the specific elements. First off, an introduction to the used programs – Unity3D and Vuforia – will be made, with particular focus on the required technical basics and the workflow of a successful augmentation. The next part deals with the results of the project, where the selected coffee houses are examined and assessed through augmentations in the form of work reports. It will be shown how real objects are being augmented with digital content and how the architecturally interested user is learning about the history of architectural elements in coffee houses from the 19th century until today, enriching architectural mediation with contemporary methods.

Key words: architectural mediation, augmented reality, serious games, coffee houses in Vienna

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Aufbau der Arbeit	15
2	Augmented Reality	17
2.1	Historische Entwicklung	19
2.2	Augmented Reality in der Architektur	26
2.3	Endgeräte und Darstellungsmöglichkeiten	37
2.3.1	Smartphones und Tablets	37
2.3.2	Smart Glasses.....	38
2.3.3	Kiosk Systeme/AR-Installationen	39
2.3.4	Spatial AR.....	39
2.4	Ausblick auf die Zukunft von AR.....	40
3	Digitales Lernen mit Serious Games	45
3.1	Spieldesign-Muster	47
3.2	Exemplarischer Überblick.....	48
4	Wiener Kaffeehäuser	55
4.1	Café Central.....	56
4.2	Café Sperl	61
4.3	Café Prückel	65
4.4	Kleines Café.....	68
4.5	Café-Restaurant Corbaci.....	74
4.6	Salonplafond	78
5	AR-App für Smartphones zur Architekturvermittlung von Kaffeehäusern	83
5.1	Das Spielkonzept	84
5.2	Unity3D	89
5.3	Vuforia.....	93
5.3.1	Image Targets.....	95
5.3.2	User Defined Targets	99
5.3.3	Ground Plane Detection	99
5.4	Workflow	100
5.5	Vermittlung über Baustile, Materialien, Ornamente und Kaffeehausmusik	104

5.6	Vermittlung über Raumaufteilungen, Spiegel als Architekturelement und Billard-Spielen in der Kaffeehausgeschichte...	111
5.7	Vermittlung über Lichtkörper	115
5.8	Vermittlung über Maltechniken, Grundrissentwicklungen und Prototypen von Kaffeehäusern	119
5.9	Vermittlung über Decken als Architekturelement.....	125
5.10	Vermittlung über Möbelstoffe und Decken.....	129
7	Zusammenfassung und Ausblick	135
	Danksagung	137
	Anhang	139
	Literaturverzeichnis	139
	Internetreferenzen	145
	Abbildungsverzeichnis.....	151
	Tabellenverzeichnis.....	159

1 Einleitung

Die Architekturvermittlung fördert das Verständnis für Raum und Gestaltung und sensibilisiert die eigene Wahrnehmung von Architektur und der gebauten Umwelt. Das erste Herantasten im Studieren der Baukunst ist oft wegweisend und es ist wichtig, sich von Anfang an mit verifizierten Quellen auseinanderzusetzen und fachkundiges Wissen übermittelt zu bekommen. Die Architektur wird anhand guter Beispiele gelernt und ihre theoretisch lehrbaren Aspekte können von ExpertInnen mit unterschiedlichen Mitteln abstrahiert und der breiten Bevölkerung auf eine verständliche Weise präsentiert werden. Dies ist vor allem beim Verreisen ein kritisches Thema, da man sich in neuen Gebieten bewegt und oftmals unter Zeitdruck steht, so viel wie möglich zu sehen und zu lernen. Reisen sind jedoch vom Lernen der Architektur inseparabel, worauf konstant hingewiesen wird. Bereits umherziehende Baumeister aus dem Mittelalter und Architekten der frühen Moderne berichten von der Wichtigkeit von Reisen und selbstständigem Erkunden von neuen Orten, da sie großen Einfluss auf das persönliche Wachstum haben und sehr oft die Kreativität in folgenden Arbeiten anregen. John Ruskin, der englische Schriftsteller, Maler, Kunsthistoriker und Sozialphilosoph, leistet in dem dreibändigen 1851 erschienenen Buch "The Stones of Venice"¹ wichtige Beiträge zur Architekturtheorie. Die Bücher beinhalten präzise Darstellungen und Beschreibungen venezianischer Architektur und Malerei, die für baugeschichtliche Analysen bis heute von größtem Interesse sind und später sogar den österreichischen Architekten Heinrich von Ferstel inspirierten, selbst eine Italienreise anzutreten, deren Einfluss am Palais Ferstel abzulesen ist. Aber nicht nur ExpertInnen im Feld begaben sich auf Reisen, um aus ihnen zu lernen. Adelige junge Männer aus England im 17. und 18. Jahrhundert unternahmen fast obligatorisch eine *Grand Tour*² durch Europas Kunststädte als Krönung ihrer Erziehung. Sie sollten somit ihre Horizonte erweitern, antike Bauwerke und Denkmäler besichtigen und in wärmeren Klimaten leben. Die Erlebnisse und Erfahrungen wurden in Tagebüchern, Bildern und Briefen zusammengefasst und nach Hause gebracht.

Diese Arten der Architekturvermittlung und –dokumentierung waren in dem Zeitalter ihrer Durchführung als einzige zugänglich und nur besonderen Schichten des Bürgertums offen. Heutzutage sind solche Unternehmungen viel zugänglicher, schneller und kostengünstiger und zumeist passiert ihre Organisation und Vorbereitung online. Eine Angelegenheit, von der die gegenwärtige Architekturvermittlung besonders profitieren und die zu ihrer Weiterentwicklung führen kann, sind neue Technologien und digitale Lernmethoden, die fachkundiges Wissen vermitteln und für jeden verfügbar sind. Augmented Reality, die Erweiterung der realen Umgebung mit digitalem Inhalt, bietet viel Potenzial für eine Umsetzung in der Architekturver-

¹ dt.: „Die Steine von Venedig“

² dt.: große Reise

mittlung und diese Arbeit strebt danach, diese zwei Punkte zu verbinden und voneinander die besten Leistungen auszuschöpfen. Sein Beitrag zu diesem Thema wird mit dem Versuch hinterfragt, eine gamifizierte, ereignisreiche und nicht zeitlich begrenzte Methode der Architekturvermittlung zu entwickeln.

Zurzeit gibt es in Wien vier Hauptwege, sich als architekturinteressierte Person oder Tourist sachverständig über die Architektur zu informieren. Die erste Option ist der Kauf eines schriftlichen Architekturführers, der entweder im Voraus oder während des Wien-Besuchs abgeschlossen werden muss. Die letzten Bücher dieser Art wurden 2014 von Stefanie Villgratter als „Architekturführer Wien“ und 2015 von Hildegard Kretschmer unter dem Namen „Reclams Städteführer Wien: Architektur und Kunst“ herausgegeben. Villgratter lädt die LeserInnen ein, Wien anhand von acht Touren zu entdecken (Villgratter, 2014), während Kretschmer Rundgänge mit Plänen für drei, fünf oder sieben Tage oder auch Gebäudegruppen nach ihrer Lage in der Stadt zusammengestellt hat. (Kretschmer H. 1., 2015) Die Vorteile solcher Exemplare liegen klar auf der Hand – sie sind praktisch zur Handhabung und zeigen eine breite Palette an Gebäuden aus verschiedenen Zeitepochen. Andererseits sind die Beschreibungen für ein vielseitiges Verständnis der Geschichte manchmal nicht ausreichend, die Texte sind nur auf Deutsch oder es fehlen neueste Beispiele, da die gedruckten Medien nicht so häufig aktualisiert werden können. Beide Gründe führen fast unvermeidlich zu zusätzlichen selbstständigen Recherchen, bei denen sich die LeserInnen mit großer Wahrscheinlichkeit ans Internet wenden.

Die Internetrecherche ist eine weitere Form der Architekturvermittlung, die eine Zusammensetzung von Besichtigungstouren mit architektonischem Mehrwert ermöglicht. MIMOA (MY MODern Architecture), beispielsweise, ist ein Online-Architekturführer und eine gute Informationsquelle für Bauten der modernen Architektur. Die Seite wurde speziell als mobile Datenbank für Reisen entwickelt, wo man Projekte für die Erstellung eigener Architekturführer auswählen und sogar Projekte und Standorte von verschiedenen mobilen Geräten aus durchsuchen kann. Die kostenlose, ständig wachsende Datenbank ist eine benutzergenerierte Website und offen für alle. Derzeit sind 96 Projekte aus Wien in MIMOA verfügbar. (MIMOA) Ein dynamisches System, das sehr schnell auf den neuesten Stand der Architektur gebracht werden kann und weltweit unterstützt ist, macht MIMOA zu einem sehr positiven Beispiel in der Architekturvermittlung. Die Datenbank ist auf moderne Architektur begrenzt, was einerseits fokussiertes und konkretes Wissen aus diesem Bereich bietet, andererseits Gebäude aus früheren Zeitepochen ausschließt, was ebenfalls zusätzliche Nachforschungen benötigt.

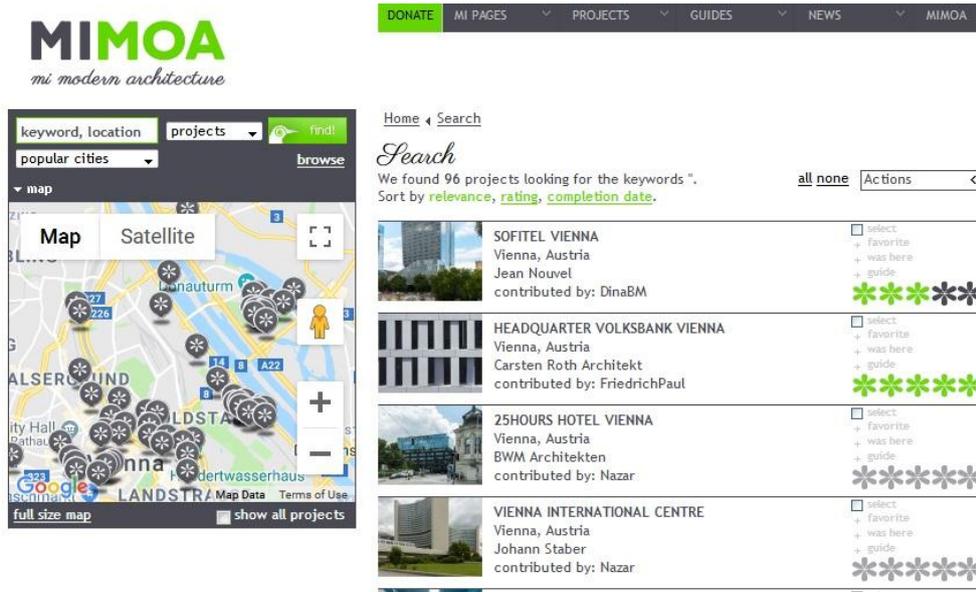


Abb. 1: Ansicht der 96 Treffer von modernen Bauten in Wien in MIMOA, Bildschirmaufn.

Auch vorgefertigte Architekturführer können online gefunden werden, wie „The Free Architecture Guide of Vienna“, ein Paket das von Virginia Duran, einer lizenzierten Architektin aus Spanien, auf ihrem Blog bereitgestellt und der Allgemeinheit kostenlos angeboten wird. Durans selbsterstellte Reisekarte aus 2017 beinhaltet genug Gebäude und offene Plätze aus vielen Zeitepochen für einen fünfzehntägigen Aufenthalt in Wien. Die Dokumentation beinhaltet eine Google-Maps-Karte mit eingetragenen Pins, die die vorgeschlagenen Plätze repräsentieren, und ein entsprechendes siebzehenseitiges PDF-Dokument mit tabellarischer Übersicht und kurzen Kommentaren zu den Objekten mit Augenmerk auf Architekturbeschreibungen. (Duran, 2017)

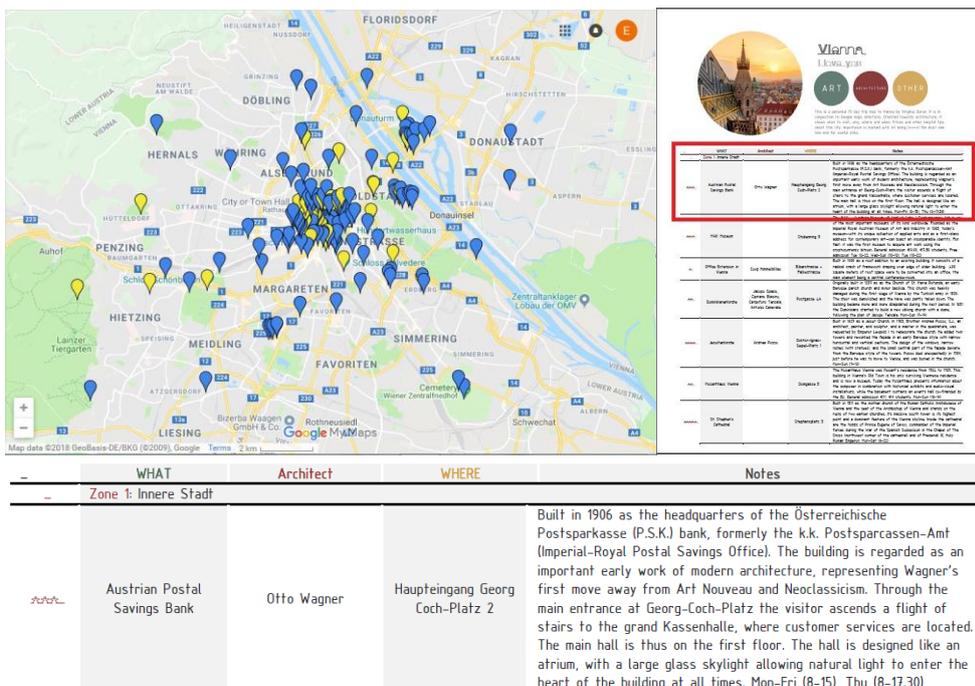


Abb. 2: Karte von Wien, erste Seite und Ausschnitt aus dem PDF „The Free Architecture Guide of Vienna“ (Duran, 2017)

Der Download sowie die Nutzungsweise von Online-Reiseführern sind praktisch, da sie mit allen Operativsystemen (OS) kompatibel und jederzeit abrufbar sind. Die Informationen in diesem Beispiel wurden von einer Expertin im Feld zusammengefasst, was aber nicht immer der Fall ist und worauf man, auch bei MIMOA, Acht nehmen sollte. Die Tabelle erscheint auf den ersten Blick als gute Lösung, allerdings wird bald festgestellt, dass der Überblick keine erkennbare Struktur aufweist und keine etwaige Verbindung zu den Objekten, wie z.B. ein Foto, oder zur Karte hat, weswegen man konstant zwischen den beiden Ansichten wechseln muss, was einen Verlust von Konzentration und Motivation bei den NutzerInnen auslösen kann.

Der Vermittlungsprozess kann auch durch eine App stattfinden. wienarchitektur.at ist ein Service für architekturinteressierte BewohnerInnen und BesucherInnen dieser Stadt, der in Zusammenarbeit mit der Stadt Wien (Magistratsabteilung 19 – Architektur und Stadtgestaltung), dem Architekturzentrum Wien (AzW) und nextroom – architektur im netz entwickelt wurde und eine eigene App zur Verfügung stellt, die Informationen zu mehr als 300 zeitgenössischen Wiener Bauten bietet. Neben den Bauwerken aus Sammlungen der MA19 und des AzWs ist ebenfalls eine Auswahl von Bauten, die beim Open House Wien teilnehmen gegeben. Die Standorte sind georeferenziert, die Funktion „In der Nähe“ zeigt die nächstgelegenen Bauwerke an, die in kurzen Texten und einem Bild vorgestellt werden. Bis auf die Karten werden alle Texte und Bilder offline auf dem Smartphone gespeichert, wodurch die Option einer späteren Wiedergabe gegeben ist. (MA19) Eine standortbasierende Anzeige von Gebäuden ist sehr vorteilhaft in unbekanntem Gegenden und Städten, die man zum ersten Mal besucht. Ebenso ist sie zweckdienlich für Personen, die spontane Ausflüge bevorzugen, da der Inhalt nicht im Voraus recherchiert und aufbereitet werden muss. Die Dauer und die Route der Besichtigungen kann individuell angepasst werden und man kann sicher sein, dass man immer mit Fachwissen versorgt ist. Ein Nachteil dieser Methode ist die Abhängigkeit von einer Internetverbindung, was bei manchen Reisen seine Unbrauchbarkeit zur Folge haben kann und die App ist, wie MIMOA, nur auf moderne Architektur begrenzt.

Schließlich kann die Architektur live und vor Ort von Architekten in Form von organisierten Führungen vermittelt werden, die entweder für Gruppen gesondert gebucht oder von fachbezogenen Veranstaltern organisiert werden. Führungen nach (Termin)Vereinbarung werden u.A. vom Netzwerk „Guiding Architects“ organisiert, das drei VertreterInnen in Wien hat und vier Touren für große und kleine Gruppen anbietet. Gegebenenfalls kann auch eine abgestimmte Tour zusammengestellt und durchgeführt werden. (Guiding Architects) Eine personalisierte Tour ist ideal für Personen mit besonderen Interessen oder als Tour im Rahmen einer Themenveranstaltung. Eine andere Form von Architekturführungen sind Besichtigungen mit fixen Daten und Terminen, wie z.B. das Open House Wien, das einmal jährlich an einem Wochenende im September stattfindet. Heuer wurden

Türen von 80 Gebäuden geöffnet, in denen ganztägig Führungen in der Dauer von ca. 30 Minuten abgehalten wurden. Volontäre werden für die Architekturvermittlung von den OrganisatorInnen vorbereitet, indem sie alle relevanten Informationen über die betreuten Gebäude bekommen und führen die BesucherInnen am Tag der Veranstaltung in Kleingruppen durch. (Open House Wien) Solche Touren sind eine gute Gelegenheit für die Besichtigung ansonsten unzugänglicher Orte, die Besuche können aber unter Umständen zeitaufwendig und ermüdend werden. Als erstes muss mit einem großen Ansturm von Menschen gerechnet werden, was zu langen Wartezeiten für das Betreten der Objekte führen kann. Deswegen muss die Zeit, bei Vorhaben weit voneinander entfernte Gebäude zu besichtigen, sehr flexibel gestaltet werden. Die Dauer der Führungen selbst ist sehr knapp tempiert, also kann lediglich auf wenige Architekturdetails oder –geschichten eingegangen werden. Zudem kann eine große Anzahl von anderen BesucherInnen unerwartete Zeitverluste bereiten oder verhindern, dass man sich einem Teil des Objektes oder Raumes nähern kann. Der größte Nachteil ist jedoch, dass man beim Verpassen der Termine auf den nächsten warten muss, in diesem Fall ein ganzes Jahr. Manchmal werden auch Architektur- oder gar Baustellenführungen von ArchitektInnen oder Architekturbüros organisiert, oder im Rahmen von Veranstaltungen des AzWs, die zum größten Teil zu bezahlen sind. Diese Art von Architekturführungen hat den klaren Vorteil gegenüber anderen Arten, dass sie, vor allem bei kleinen Gruppen, die Chance bieten, direkte Gespräche mit ExpertInnen zu führen, wertvolle Einblicke in den Bauprozess aus erster Hand zu bekommen und Fragen beantwortet zu bekommen, die man andernfalls nie bekommen würde, was vor allem für ArchitektureinsteigerInnen von großem Nutzen ist. Allgemein muss bei allen organisierten Führungen Acht gegeben werden, dass der Inhalt auf ein Publikum mit unterschiedlichen Kenntnissen der Materie angepasst ist, da es andernfalls zu Überforderung oder Monotonie bei den TeilnehmerInnen kommen kann.

Die Architekturvermittlung kann auch in ganz anderer Weise angewandt werden als für Besichtigungen und das Erlernen von Baustilen, signifikanten Perioden, Architekten usw. Sie kann für Laien und eine breitere Bevölkerung einen Einstieg in den allgemeinen Bereich der Architektur fördern und Kenntnisse über Raumkonzepte, Materialien, Tragwerkslehre und andere ebenso wichtige Aspekte der Baukunst vermitteln, die in Fachquellen für die Allgemeinheit nicht so häufig vertreten sind. Einen solchen Ansatz hat "was schafft raum?" – ein Gemeinschaftsprojekt der Stadtplanungsabteilungen der Stadt Wien (MA 18, 19 und 21) in Kooperation mit dem Stadtschulrat für Wien sowie der MA 13 (offene Kinder- und Jugendarbeit). Mit dem Projekt hat die Stadt ein Angebot zur Auseinandersetzung mit Stadtwahrnehmung und Stadtgestaltung für Kinder und Jugendliche an Wiener Schulen und in der offenen Kinder- und Jugendarbeit geschaffen. In Form von Raumaktionen mit hohem Praxisbezug zum Lebensalltag von jungen Menschen können persönliche Raumwahrnehmung erforscht und Inhalte zu den Themen öffentlicher Raum und Stadtplanung vermittelt werden. Ziel ist es, das Interesse an Architektur und Stadt frühzeitig zu wecken, junge

Menschen für ihr gebautes Lebensumfeld zu sensibilisieren und ein Verständnis für Planungsprozesse zu vermitteln. (Stadt Wien) Projekte wie diese sind gute Beispiele zum Verständnis des Mehrwerts der Architekturvermittlung und ihrer Anpassungsfähigkeit für eine Vielfalt von TeilnehmerInnen und Themen.

Diese Arbeit hat als Ziel, eine neue Methode der Architekturvermittlung zu entwickeln, die einer breiten NutzerInnengruppe angepasst ist, direkt an den Objekten stattfindet und deren Dauer nach persönlichen Bedürfnissen bestimmt wird. Die Lernenden sollen durch spielerische Designelemente in einer Smartphone-App motiviert werden, sich das Wissen selbstständig anzueignen und von puren ZuschauerInnen zu aktiven TeilnehmerInnen des Vermittlungsprozesses werden. Dazu wird Augmented Reality, die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung, angewandt, da sie neben einer einfachen Handhabung mit der Architekturdarstellung eine interessante Eigenschaft teilt – die Fähigkeit, einem Publikum Objekte zu präsentieren, die nicht existieren. Objekte aus der wahren Umgebung werden mit virtuellem Inhalt überlagert und somit die reale Welt mit der künstlichen ergänzt. Das Projekt, das im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wird, hinterfragt die Gebrauchstauglichkeit dieser Eigenschaften und deren Eignung für die Anwendung in der Architekturvermittlung am Beispiel von Wiener Kaffeehäusern. Die Wiener Kaffeehäuser sind eine berühmte Institution, die eine umfangreiche Geschichte trägt und obwohl sie sowohl von BewohnerInnen als auch von TouristInnen stark besucht sind, wird über ihre Bedeutung und ihre architektonischen Merkmale selten gesprochen. Dieses Projekt soll diese Lücken überbrücken und die architekturaffinen BesucherInnen durch das Überlagern von Informationen auf gewisse Aspekte der Architektur hinweisen, die herkömmliche Arten der Architekturvermittlung nicht umsetzen können. Somit sollen aufschlussreiche Erkenntnisse zum Thema der Benutzbarkeit von Augmented Reality im Feld der Architekturvermittlung gewonnen werden.

Zusammenfassend ist es das Ziel zu klären, wie erfolgreich man Augmented Reality in den Kontext der Architekturvermittlung integrieren kann, welche Schwierigkeiten und Hindernisse es dabei zu überwinden gilt und welchen Mehrwert es tatsächlich bringt. Daher wird im Rahmen dieser Arbeit eine AR-App als Serious Game entwickelt, bei denen zum Unterschied von klassischen Spielen der Unterhaltungscharakter dem Bildungsanspruch nachgeordnet ist und stetig Wissen vermittelt wird.

Der Umfang und Detaillierungsgrad der vermittelten Angaben wird für architekturinteressierte Laien zugeschnitten, die sich zum ersten Mal mit diesem Bereich beschäftigen, aber dennoch danach streben fachkundiges Wissen zu erlangen. Diese App soll ein breites Publikum mit unterschiedlichen Vorkenntnissen mit strukturiertem Inhalt und Grundlagen für das Verstehen, Analysieren und Interpretieren von Architektur versorgen. Vor allem BewohnerInnen von Wien und individuelle Reisende, die selbständige Erkundungen unternehmen und ihre Zeit nach eigenen Präferenzen einteilen

sollen sich angesprochen fühlen. Im Spiel werden die BenutzerInnen durch Wiens Kaffeehäuser geführt und dazu animiert vorgegebene Architekturelemente mit der Smartphone-Kamera einzuscannen und in virtueller Umgebung Kenntnisse über sie zu erlangen. Dadurch werden auch die Grenzen der Technologie ausgetestet, wo verdeutlicht wird, welche Eigenschaften eines Gegenstandes für eine erfolgreiche Augmentierung erforderlich sind, welchen Wetter- und Lichtverhältnissen die App standhält und wie lehrreich der wiedergegebene Inhalt in Wirklichkeit ist. Diese Überlegungen dienen im finalen Schritt dazu, die übergeordnete Frage „Ist es möglich, Augmented Reality als Methode der Architekturvermittlung zu verwenden und wie erfolgreich kann man damit fachliches Wissen erwerben?“ zu beantworten.

1.1 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn wird der Begriff Augmented Reality definiert, seine Funktionsweise erläutert, der Stand der Technik präsentiert und die für das Forschungsgebiet dieser Diplomarbeit relevanten Anwendungsbereiche beschrieben. In die informatischen Grundlagen wird nicht tiefer eingegangen, da sie für dieses Projekt nicht von Relevanz sind. Das nächste Kapitel betrachtet das Thema rund um digitale Lernmethoden, wobei der Fokus auf Serious Games gesetzt ist, die bei der App die entwickelt wird im Vordergrund stehen und ihr als Grundlage dienen. Um ihre Spezifika fachkundig zu erläutern, wird, neben Referenzen von SpieldesignerInnen, zum großen Teil mit Wirtschaftsliteratur gearbeitet, da sie sich häufig mit der Rolle und dem Erfolg von Spielen im Arbeitsumfeld auseinandersetzt und wichtige Erkenntnisse zu deren Umsetzung liefert. Anschließend werden die ausgewählten Kaffeehäuser aufgezeigt, deren Architekturmerkmale im Spiel begutachtet werden. Sie werden chronologisch aufgelistet und jedes Café einzeln vorgestellt, beschrieben und seine Bedeutsamkeit für die bevorstehende Vermittlung dargelegt. Die Umsetzung der Theorie in die Praxis folgt im Kapitel 5. Davor werden die Programme die für das Arbeiten mit Augmented Reality – Unity3D und Vuforia – vorgestellt und der Workflow beschrieben, bzw. es wird erklärt wie es dazu kommt, dass der vorgesehene Inhalt am Endgerät erscheint und wie man die Elemente aus den Kaffeehäusern mit den virtuellen Ergebnissen verknüpft. Die eigentliche Implementation wird im Anschluss präsentiert und zwar nach exemplarischen Besonderheiten der jeweiligen Kaffeehäuser, wie z.B. Vermittlung über Möblierung oder Vermittlung über Grundrisstypen. So wird noch stärker betont, was für eine große Bandbreite von Architekturelementen Augmented Reality abdecken kann und seine Signifikanz für das Forschungsthema unterstrichen. In Form von Arbeitsberichten und vor-Ort-Bildschirmaufnahmen wird die Antwort zur Fragestellung gegeben und gezeigt, wie gut sich Augmented Reality als Methode der Architekturvermittlung beweist und objektspezifisch die Vor- und Nachteile der Technologie erörtert. Abschließend werden im letzten Kapitel die wichtigsten Punkte der Arbeit zusammengefasst, die Schlussfolgerung gezogen und ein Ausblick für die weitere Anwendung von AR in der Architekturvermittlung gegeben.

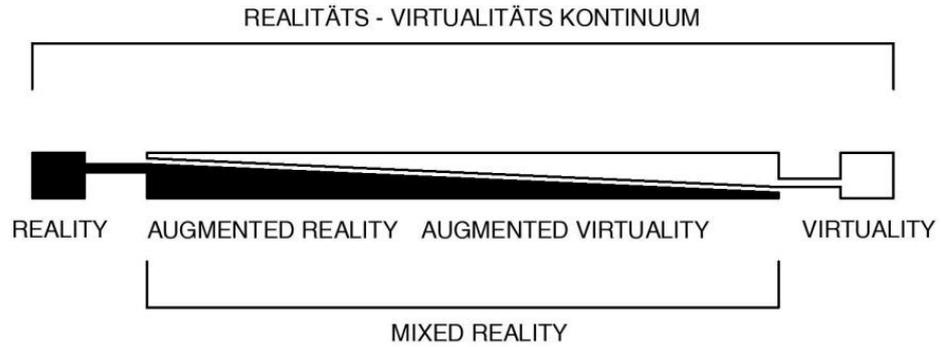
2 Augmented Reality

Augmented Reality, oder auf Deutsch „erweiterte Realität“, bezeichnet eine computerunterstützte Wahrnehmung bzw. Darstellung, welche die reale Welt um virtuelle Aspekte erweitert. (Markgraf, 2018) Somit werden reale, physische Objekte von unterschiedlichsten virtuellen Informationen überlagert und in die Ansicht des Endgerätes am Bildschirm eingefügt. Die Informationen können zwei- oder dreidimensionale Elemente sein, man kann sie aus allen Winkeln betrachten, manipulieren und mit ihnen interaktiv kommunizieren. Die Form der virtuellen Informationen ist nutzungs- und aufgabenspezifisch, aber sie variieren vom einfachen Buchstaben oder simplen Würfeln bis hin zu komplexen 3D Modellen und Animationen. In Apps die als Spiele angedacht sind, findet man oft das Szenario, wo mehrere separate Gegenstände in AR verknüpft werden und eine virtuelle Beziehung aufbauen. Die Technologie hinter AR-Anwendungen ist durchaus anspruchsvoll, da sie von Faktoren der Umgebung wie Licht, Entfernung, Kameraqualität, Sensorgenauigkeit u.Ä. abhängig ist, und obwohl sie alle Sinneswahrnehmungen ansprechen kann, ist es bis heute hauptsächlich mit dem Sehen verbunden. Das kommt deshalb, weil die meisten augmentierten Elemente mit Texten, Fotos, Animationen, Videos oder virtuellen 3D-Modellen arbeiten.

Obwohl der Begriff sehr oft im Kontext von Virtual Reality (VR) benutzt wird, und trotz einiger Gemeinsamkeiten, unterscheiden sie sich in einem sehr wichtigen Punkt. Während es sich bei VR stets um nicht existente, digital entstandene Welten handelt, die von unserer Wirklichkeit abgeschnitten sind und von einem Computersystem simuliert werden, steht bei AR die wahrnehmbare Umgebung im Vordergrund – es wird lediglich neuer Inhalt hinzugefügt, d.h. die Realität bleibt erhalten. Dieser Unterschied wird am besten am Realitäts-Virtualitäts Kontinuum von Paul Milgram und Fumio Kishino (Milgram & Kishino, 1994) dargestellt, welches den schrittweisen Übergang von einem realen Umfeld (links) zu einem virtuellen Umfeld (rechts) zeigt und für die unterschiedlichen Teilbereiche entsprechende Fachbegriffe nennt, die durch den Grad der Virtualität charakterisiert sind. Jener Bereich des Realitäts-Virtualitäts Kontinuums zwischen den beiden Extrempunkten wird von den Autoren als Mixed Reality³ (MR) bezeichnet. Augmented Reality liegt nah bei der Realität, da nur einzelne virtuelle Objekte in die reale Umgebung eingeblendet werden. Im Übergang zur Virtualität findet der Begriff Augmented Virtuality (AV) Verwendung, wo die umgebende Welt überwiegend virtuell ist und nur einzelne Elemente der realen Umgebung entstammen.

³ dt.: vermischte Realität

Abb. 3: Realitäts-Virtualitäts Kontinuum, eigene Darstellung nach Milgram & Kishino, 1994



Der wohl weit verbreitetste Anwendungsfall ist das erkenntnisbasierte AR, bei welchem es um das Erkennen von dafür vorgesehenen visuellen Anhaltspunkten geht, die sich AR-Marker nennen, um etwa zusätzliche Informationen über sie anzuzeigen oder ihren Inhalt komplett mit anderem zu überschreiben. Die bekannteste und einfachste Anwendung sind QR-Codes, bei denen die Kamera die Zeichnung scannt und ein zugewiesenes Resultat zeigt. Meistens verläuft der Ablauf so, dass die Kamera des Endgerätes durch die installierte App betätigt wird, um ihre Umgebung zu scannen. Wenn man eine gedruckte Version der AR-Marker vor die Kamera hält, erkennt sie den Marker, berechnet seine Entfernung und Ausrichtung und ersetzt ihn mit dem korrespondierenden virtuellen Elementen. Eine schematische Darstellung der Funktionsweise und typische Formen von AR-Markern wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

Abb. 4: Darstellung der Funktionsweise von AR-Markern (Stolyarenko, 2016, Nachbearbeitung Autorin)



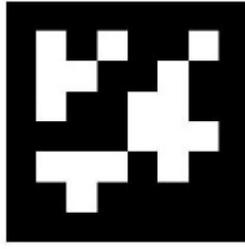
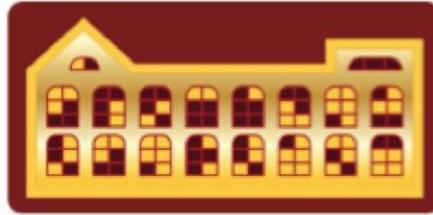


Abb. 5: Beispiele von Erscheinungsformen von AR-Markern



2.1 Historische Entwicklung

Die erste Entwicklung eines Augmented-Reality-Systems kam 1968 von Ivan E. Sutherland von der University of Utah, wo ein *Head-Mounted Display* (wörtlich: „am Kopf befestigter Bildschirm“), oder HMD, dem Benutzer ein Bild in Perspektive anzeigen sollte, das sich verändert während er sich bewegt. (Sutherland, 1968)



Abb. 6: ein Nutzer des Head-Mounted Displays, das wegen seines Gewichts an die Decke geschraubt werden musste (Sutherland, 1968)

Der Bildschirm und das angeschlossene System hatten die Kopfposition des Nutzers mit sechs Freiheitsgraden gemessen, der dann in der Lage war, seinen Kopf innerhalb der Grenzen zu bewegen. Die Position im 3D-Raum wurde durch Sensoren gemessen, die die Koordinaten einem Computer weiterleiteten, um die korrekte Ansicht eines einfachen Drahtmodells entsprechend der Position des Kopfes in Echtzeit zu berechnen. Diese Schritte ermöglichten dem Nutzer, relativ zu seiner eigenen Position im Raum platzierte 3-D-Computergrafik aus seiner eigenen Perspektive zu

betrachten. Diese Entwicklung kann als die Geburtsstunde der AR angesehen werden. (Tönnis, 2010) Die Technologie des HDMs wurde weiters für militärische und wissenschaftliche Zwecke weiterentwickelt und benutzt und ist ohne Zweifel der Vorläufer der Smart Glasses, wie wir sie heute kennen. In den darauffolgenden Jahren entwickelte sich zunächst die Forschung im Bereich von VR, die als logische Konsequenz die Anreicherung der realen Umwelt mit virtuellen Elementen hatte, die zur Entstehung von Augmented Reality führte. (Tönnis, 2010) 1985 entwickelt die U.S. Army das Integrated Helmet And Display Sighting System (IHADSS), wo das System in den Helm des Piloten integriert ist. Das System bestand aus einer Projektionsfläche vor dem rechten Auge, einem Nachtsichtgerät und einem Kopf/Sicht-Richtungssystem für die Bewaffnung des Helikopters. (Rash & Martin, 1988) Die Funktion der Anzeigekomponenten des IHADSS bestand darin, dem Piloten Nachtsicht-Informationen für den Zweck der Bodennavigation, Zielerfassung und -identifikation und Waffenausrichtung bereitzustellen. (Walker, Verona, & Brindle, 1980, zitiert nach: Rash & Martin, 1988)

Abb. 7: das Integrated Helmet And Display Sight System (IHADSS) der amerikanischen Armee (US Army, 1982)



Der nächste signifikante Zeitpunkt fand 1990 statt, als Boeing-Forscher Tom Caudell den Namen Augmented Reality für ein Projekt etablierte, das er gemeinsam mit seinem Kollegen David Mizell durchführte. Sie erstellten einen Prototyp eines head-up, durchsichtigen, am Kopf montierten Displays (HUD) mit Head-Positioning-Sensorik und einem Registrierungssystem der realen Umgebung. Dieses System sollte es ArbeiterInnen an Flugzeugmontagen ermöglichen, Diagramme und Montageanleitungen zu sehen, die für ihre aktuelle Aufgabe notwendig sind und an einer bestimmten Position auf einem realen Objekt überlagert werden. Die Hauptvorteile der Verwendung eines solchen Systems waren in

der Eliminierung von Fehlerquellen und zusätzlichen Kosten für Vorlagen, Formboards⁴ oder anderen Maskierungsgeräten. (Caudell & Mizell, 1992)

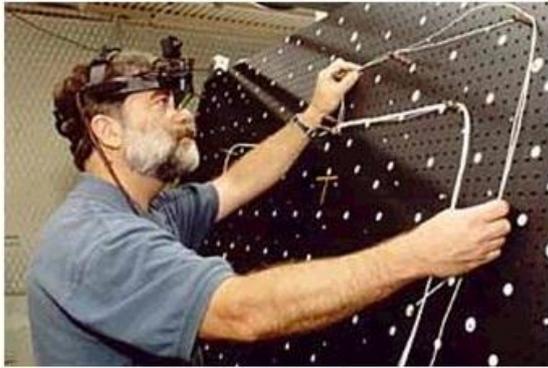


Abb. 8: ein Arbeiter demonstriert Boeings Prototyp für Montageanleitungen (David Mizell, Boeing)

Weiters wurde NaviCam (Navigation Camera) 1995 von Jun Rekimoto und Katashi Nagao entwickelt und konnte als HMD- oder HUD-System verwendet werden. Die Kamera des Geräts konnte auf einem Abstand von 30-50cm 4-Bit Farbcodes aufnehmen und ihre Auswertung auf einem Bildschirm zeigen. Das Resultat waren Informationen zu ausgewählten Elementen oder es konnte z.B. ein Video abgespielt werden, das an der Stelle des Farbcodes ist und den Benutzer begrüßt. (Rekimoto & Nagao, 1995) Dieses Prinzip weist die ersten Ansätze von markerbasierendem und transportablem AR auf.



Abb. 9: die CCD-Kamera zeigt die Ansicht des Nutzers auf dem LCD-Display mit überlagertem Text, als ob es eine transparente Tafel wäre (Rekimoto & Nagao, 1995)

1997 entwickelte die Columbia University das erste Mobile Augmented Reality System (MARS) – The Touring Machine, das im Außenbereich eingesetzt werden konnte und sich aus drei Komponenten zusammensetzte – einem *head-worn*⁵ Bildschirm, einem *handheld*⁶ Bildschirm und einem Rucksack. Das am Kopf befestigte 3D *see-through Display* war mit einem Magnetometer und einem Inklinometer zur Blickrichtungserfassung ausgestattet. Das *handheld Display* war für Eingaben mittels Stift und Trackpad zuständig. Die Daten wurden an den Computer im Rucksack weitergegeben, an dem auch eine GPS-Antenne angebracht war. Die GPS-Daten ergaben zusammen mit den Blickrichtungsdaten die exakte Position

⁴ Ein Formboard ist ein Gestell, in dem ein Kabelbaum erstellt wird. Es enthält unter anderem Informationen über das Kabel, die Länge des Kabels und die zu verwendeten Stecker.

⁵ dt.: am Kopf tragend

⁶ dt.: in der Hand haltend

des Nutzers, dem die Namen der Gebäude des Campus der Columbia University vor Ort am *handheld Display* angezeigt wurden. (Feiner, MacIntyre, Hollerer, & Webster, 1997)

Abb. 10: the Touring Machine (Dixon)



Die erste Open Source Augmented Reality Library – ARToolKit wurde 1999 von Hirokazu Kato entwickelt und 2001 vom HIT Lab der Washington University veröffentlicht. Es beinhaltet eine Bibliothek zur Erstellung von Echtzeit-AR-Apps unter Verwendung von quadratischen Markern und eines vorlagenbasierten Ansatzes zur Bilderkennung. ARToolKit verwendet Computer-Vision-Algorithmen, um das Problem der Verfolgung der Ansicht des Benutzers zu lösen. Seine Video-Tracking-Bibliotheken berechneten die reale Kameraposition und -ausrichtung relativ zu physischen Markern in Echtzeit. Dies ermöglichte die einfache Entwicklung einer breiten Palette von Augmented-Reality-Anwendungen. (University of Washington) Derzeit wird ARToolKit als Open-Source-Projekt auf GitHub gehostet.

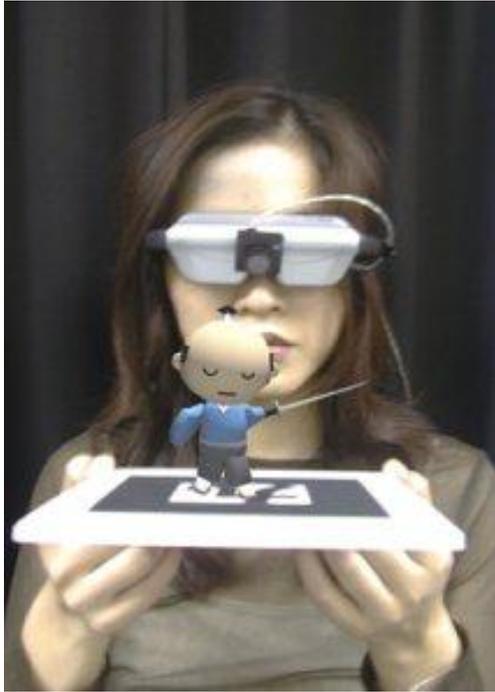


Abb. 11: ein virtuelles Objekt auf einem quadratischen Marker, gemacht mit ARToolkit (University of Washington)

Im Jahr 2002 erweiterte ein Team von der University of South Australia das bestehende Desktopspiel Quake in das ARQuake-System, eines der ersten Systeme, die es BenutzerInnen ermöglichen, AR-Spiele im Freien zu spielen und sich in der physischen Welt zu bewegen und gleichzeitig computergenerierte grafische Monster und Objekte zu erleben. Ein interner halbversilberter Spiegel, unter der Verwendung von einem durchsichtigen HMD, kombinierte die Bilder des LCD-Bildschirms mit der Sicht des Benutzers auf die reale Welt. (Piekarski & Thomas, 2002) Es lässt sich sowohl im Außenbereich als auch in Gebäuden spielen. Für den Außenbereich, entfernt von Gebäuden, nutzt es GPS und einen Kompass für die ungefähre Positionsbestimmung. Marker für die genauere Positionsbestimmung und für Spielobjekte, wie Munition und Waffen, wurden nahe Gebäuden und in Gebäuden eingesetzt, da hier kein oder nur schlechter GPS-Empfang war. (Thomas, 2002 zitiert nach: Geitz-Manstein, 2011)

Abb. 12: ein AR-Quake-Spieler mit vollständiger Ausstattung (University of South Australia)



Eine der leistungsfähigsten Musterlösungen eines MARS-Systems wurde 2006 von Wayne Piekarski, Ross Smith und Ben Avery entwickelt. Das Tinmith⁷ 2006 System ist eine Kombination aus Hardware in Form eines kleinen am Gürtel getragenen Computers, eines speziell entwickelten HDMs, drahtlosen Eingabegeräten und Software zur Durchführung von AR. Es wurden präzise Empfänger eingebaut mit 50 cm Genauigkeit, um eine fehlerfreie Positionsverfolgung im Freien zu gewährleisten. Außerdem hatte das Gerät eine Batterie-Laufzeit von 3 Stunden und konnte innerhalb 70 Sekunden nach dem Einschalten AR-Prozesse durchführen. (Tinmith)

Abb. 13: Vorder- und Hinterseite des ultimativen MARS-Systems (Tinmith)



⁷ Tinmith = This Is Not Map In The Hat, dt.: Das ist keine Karte im Hut (Übersetzung durch die Verfasserin)

Der immer weiter ansteigende Gebrauch von Smartphones und des drahtlosen Internets am Ende der ersten Dekade des 21. Jahrhunderts hat auch dazu geführt, dass AR-Apps entwickelt und kommerzialisiert werden. Sie haben es ermöglicht, die Technologie von AR in den Alltag zu integrieren und in allen Sphären des Lebens anzuwenden. Eine der ersten AR-Apps mit breiter Benutzerakzeptanz war Wikitude, ein sogenannter AR-Browser. Die App hat als Grundlage standortbasierendes AR, das von Standorterkennungsfunktionen von intelligenten Geräten Gebrauch macht. Die App berechnet den Standpunkt und das Blickfeld der Kamera über die Position des Benutzers (GPS), den internen Kompass sowie den Bewegungssensor des Smartphones und bietet dabei live eine direkte Ansicht der unmittelbaren Umgebung mit erweitertem Inhalt, im Gegensatz zur standardmäßigen Herangehensweise, bei der man mittels zweidimensionaler Karten seine Position von oben betrachtet. Die Informationen können nach Interesse gefiltert werden, sodass die Resultate dynamisch den Wünschen angepasst sind – so kann ein Nutzer z.B. nach Restaurants und Pubs suchen, während sich der Andere über Sehenswürdigkeiten erkundigt.

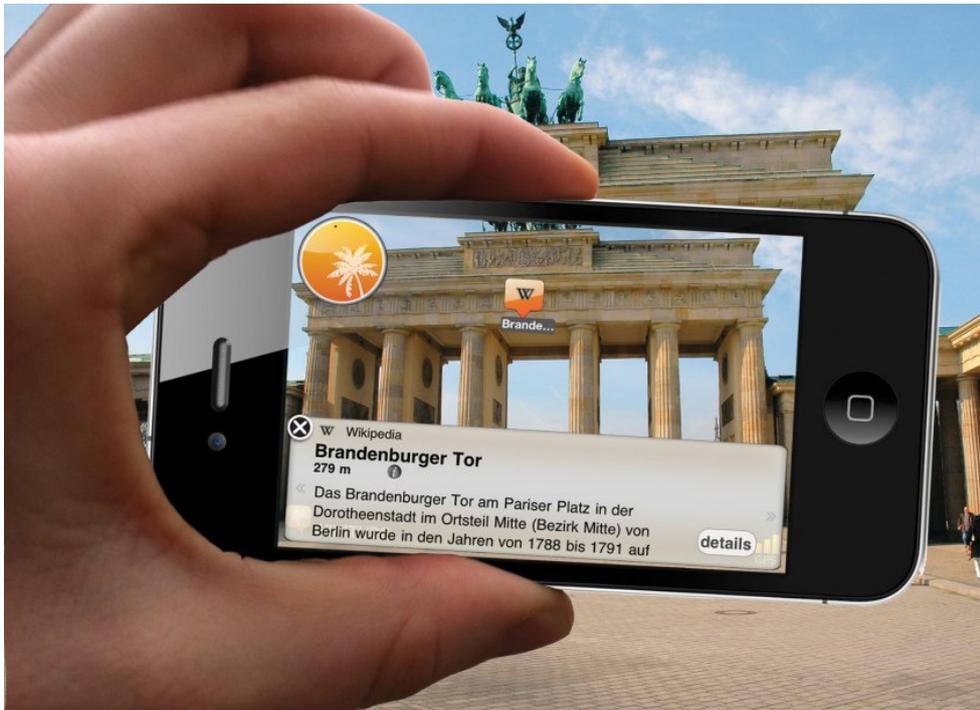


Abb. 14: die App Wikitude erkennt das Brandenburger Tor und blendet passende Informationen dazu ein während es von der Kamera erfasst wird (TMN)

Autoren Robert Scoble und Shel Israel halten den Aufstieg von Augmented Reality für die vierte Transformation im digitalen Zeitalter. Die erste kam in den 1970er Jahren, als Computer anfangen, auf textbasierenden Systemen zu laufen; gefolgt von der zweiten Transformation 1984, nach der Vorstellung von grafischen Benutzeroberflächen von Macintosh und schlussendlich kam die dritte am Anfang des 21. Jahrhunderts mit mobilen Endgeräten. (Scoble & Israel, 2017) Die vierte Transformation, Scoble und Israel zufolge, "will move technology from what we carry to what we wear".⁸ Die

⁸ dt.: „wird die Technologie von dem was wir mit uns tragen zu dem was wir anhaben, bewegen.“ (Übersetzung durch die Verfasserin)

Verfügbarkeit moderner AR-Apps ist auch von einer anderen sehr bedeutenden Eigenschaft geprägt, die ihnen geholfen hat, solch einen kommerziellen Erfolg zu erzielen und das ist das Fehlen jeglicher Bedienelemente wie Tastaturen, Mäusen oder Joysticks. Ebenfalls gibt es derzeit eine große Anzahl an Software Development Kits (SDKs) für Augmented Reality am Markt wie Vuforia, Apple ARKit, Google Tango oder Wikitude; wo neugierige Personen in vereinfachten Programmen sogar ohne informatischen Hintergrund ganz schnell ihre gewünschten AR-Marker hochladen, korrespondierende Lösungen einsetzen und mit ihren selbsterstellten Apps das Feld austesten können. Die Prognosen für den Wuchs des Marktanteils von AR sind jedenfalls optimistisch; Marktrecherchen zufolge soll der Wert des AR-Marktes von 0,2 Mrd. USD (0,175 Mrd. €, Anm.d.Verf.) im Jahre 2016 in fünf Jahren auf 48,7 Mrd. USD (42,6 Mrd. €, Anm.d.Verf.) ansteigen. (Brandt, 2017)

Der Stand der Technik weist auf, dass Augmented Reality eine Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten bietet, die den NutzerInnen im Alltag helfen oder ihn mit Unterhaltung bereichern. Der Inhalt ist virtuell modelliert, weist jedoch die gleiche Qualität, Dynamik, Interaktion und ständige Verfügbarkeit auf, die aus dem wahren Leben längst bekannt und eingeübt ist, so dass die Anwendung sehr rasch angeeignet werden kann.

2.2 Augmented Reality in der Architektur

Für die Architektur ist von großem Nutzen, die rasante Entwicklung und die Fortschritte der AR-Technik als Sprungbrett in die Dreidimensionalität ihrer Präsentation zu verwenden. AR ist auf dem Weg, sich raus aus den Labors und rein in die Industrie zu begeben (Arnis & Brigmanis, 2013) und bei einer Betrachtung des Aufgabenprofils von ArchitektInnen und PlanerInnen, zu denen insbesondere die Teilbereiche Visualisierung und Kommunikation gehören, verwundert es dagegen nicht, dass die Potenziale dieser neuen Technologien zunehmend betrachtet werden. (Höhl & Broschart, 2015)

In den 1990er Jahren, als AR immer populärer wurde, wurde auch seine Eignung für die Architektur erforscht. Ein Team von Wissenschaftlern der Columbia University hat 1996 einen Beitrag zu diesem Thema in ihrer Arbeit „Augmented Reality in Architectural Construction, Inspection, and Renovation“, geleistet. Ihre AR-Systeme verwenden transparente *head-worn Displays*, um Grafiken und Geräusche über das natürliche Sehen und Hören einer Person zu überlagern. Sie beschrieben ein experimentelles AR-System, das die Position von Säulen hinter einer fertigen Wand, die Position von Bewehrungsstäben in einer der Säulen und die strukturelle Analyse der Säule zeigen sollte. Im Versuch wird ein Nutzer mit einem Bildschirm am Kopf gezeigt, der auf eine Ecke des Computer Graphics and User Interface Labs schaut und dem das Gitter von tragenden Säulen in der Wand und die Stärke der Decke als dünne Linien am Bildschirm eingeblendet werden. Nach einem Click auf die gewünschte Säule wird sie vergrößert und ihre Struktur dem Nutzer im Raum präsentiert. (Webster,

Feiner, MacIntyre, Massie, & Krueger, 1996) Die grundlegenden Prinzipien dieses Projektes wurden später in AR-Apps für die Darstellung von BIM-Modellen weiterentwickelt.

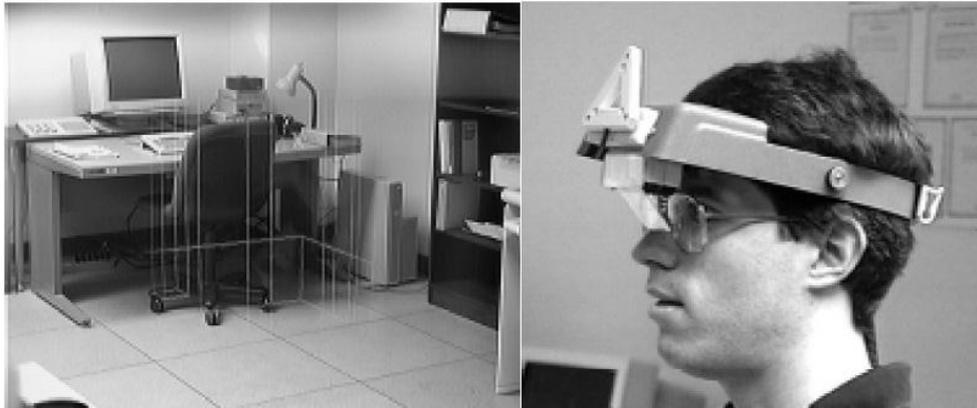
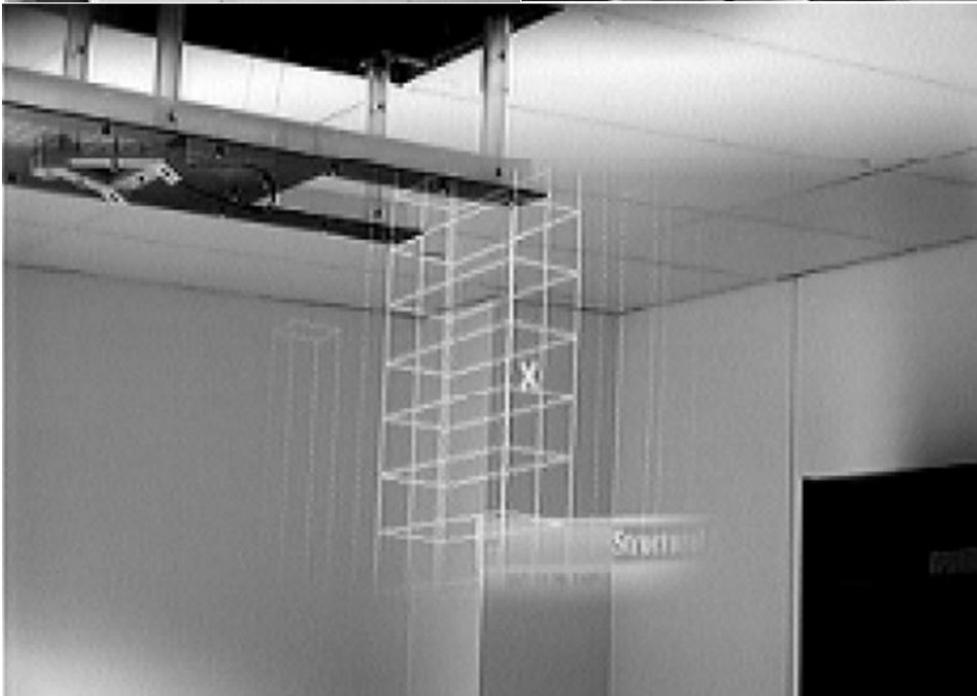


Abb. 15: ein Nutzer mit *head-worn Display* sucht sich eine Säule in der Wand aus, deren Struktur vergrößert wird (Webster, Feiner, MacIntyre, Massie, & Krueger, 1996)



Das folgende Beispiel präsentierte die Verwendung eines MARS-Systems zur Visualisierung von Architekturmerkmalen. Das System wurde benutzt, um einen einfachen Zubau eines Hauses im Campus der University of South Australia darzustellen. Dazu wurden ein TINMITH2-System, ein Sony PLM-100 transparenter Bildschirm und eine Phoenix-Minitastatur verwendet.

Abb. 16: das TINMITH2 System (Thomas, Piekarski, & Gunther, 1999)



Das GPS, das in diesem System verwendet wurde, ist auf ein bis zwei Meter in offenen Räumen genau, was in diesem Fall unerwünscht ist und weswegen sich der Nutzer einige Male umstellen muss, um die korrekte Überlagerung zu erzielen, was aber in wenigen Sekunden erfolgt. Auf einer 2D-Karte der Umgebung (blauer Kreis in der Mitte) werden der Grundriss des Gebäudes und die Position des Nutzers in Relation zum Grundriss angezeigt. Andere Daten am Bildschirm sind: GPS, Kompass, Datum und die Uhrzeit. Alle visuellen Hinweise werden in Echtzeit angepasst, wenn der Benutzer seinen Kopf dreht. (Thomas, Piekarski, & Gunther, 1999)

Abb. 17: das bestehende Gebäude (rechts) und der vorstehende Zubau (links) werden mit grünen Linien dargestellt (Thomas, Piekarski, & Gunther, 1999)



Im folgenden Teil wird eine Reihe von Smartphone-Apps vorgestellt, bei denen eine weiterentwickelte Form der früher erwähnten Technologien zum Einsatz kam. Eine solche App ist Arki, ein Produkt des interaktiven Design Studios Darf Design aus London. Arki hilft dabei, Architekturprojekte in Mixed Reality zu visualisieren, sodass man den Entwurfsweg sehen, teilen und mit größerer Klarheit kommunizieren kann. Die 3D-Modelle im .FBX

und .OBJ Format werden vom Nutzer selbst in die App geladen und können vor Ort sehr präzise in allen Maßstäben angezeigt und angesehen werden. Die AR-Technologie ist so integriert, dass die 3D-Modelle mit mehreren Ansichtsebenen für Entwurfs- und Präsentationszwecke bereitgestellt sind. Man kann diverse Funktionalitäten wie Echtzeit-Schattenanalyse oder Materialauswahl simulieren und in der gegebenen Ansicht entweder als Video oder als Foto aufnehmen und mit anderen BenutzerInnen app-intern teilen. Diese Ansätze der App führen zu einer vereinfachten Benutzerinteraktion und machen den KundInnen die Entwürfe unmittelbar erlebbar. (Darf Design)



Abb. 18: Arki lässt 3D-Modelle von Gebäuden über ihren Grundrissen erscheinen (Darf Design)

Als Architekt kann man diese Anwendung von AR als Chance betrachten, sich auf spielerische Weise noch klarer auszudrücken und sich mit interaktivem Inhalt dem Kunden leichter anzunähern. Das eliminiert zwar nicht die elementaren Arbeitsschritte wie Studien zu machen oder zu zeichnen, aber es kann einen Vorteil für Unternehmen bieten, den Nutzer durch eine solche Partizipation einzubinden und sich dadurch von der Konkurrenz abzuheben.

Ähnliche Ansätze zeigt die App GAMMA Γ , die BIM-Modelle vom Büro auf die Baustelle bringt. Planungsinformationen werden mittels Augmented Reality auf die Baustelle übertragen, unterstützen dort die Qualitätssicherung und helfen beim Mängelmanagement. Der Hersteller, formitas, hat Wert darauf gelegt, dass die Software verschiedene OpenBIM-Schnittstellen bedient. Mit GAMMA Γ können Notizen, Bilder und Audiokommentare direkt von der Baustelle ins Büro gesendet werden. Jeder Kommentar wird bei der Baubegehung direkt mit einem Bauteil verknüpft. Durch diesen Ortsbezug sind neue Informationen sofort in das Gebäudemodell integriert. Das vereinfacht die Dokumentation und

verbessert die Kommunikation, weil Anmerkungen klar und eindeutig kommuniziert werden.

Abb. 19: GAMMA benutzt AR um Informationen aus BIM-Zeichnungen von Gebäuden zu zeigen (formitas AG)



Durch das digitale Arbeiten auf Tablets und Smartphones wird die Nutzung von Papieren deutlich reduziert. Dadurch verringert sich das Risiko veralteter Informationen und doppelter Informationseingabe. (formitas AG)

Neben Anwendungen für IngenieurInnen und ExpertInnen im Feld erscheinen immer öfter auch Apps ausschließlich für KundInnen, die die virtuellen Umgebungen bei sich daheim explorieren können. Ein solches Beispiel bringt der bekannte Möbelhersteller IKEA, der im Herbst 2017 eine App veröffentlichte, die ihren KundInnen die Möglichkeit bietet, mehr als 2000 Möbelstücke in ihre Räume digital zu platzieren. Alle Modelle sind maßstabsgetreue 3D-Versionen von Möbeln, zwischen denen man herumgehen und mit ihnen interagieren kann wie z.B. Farben und Stoffe ganz genau anschauen, die am Platz bleiben, selbst wenn man den Raum verlässt und zurückkommt. Die meisten Modelle stammen aus dem Bereich Wohnzimmer, überwiegend gibt es Sofas, Couch- und Esstische. Für die Entwicklung von IKEA Place wurde die Plattform ARKit benutzt. (Inter IKEA Systems B.V.)



Abb. 20: IKEA Place

Ein ähnliches Produkt bietet die Online-Plattform für Einrichtungselemente, Houzz, die eine viel breitere Auswahl von Möbelstücken aus dem Sortiment von Top Marken aus der ganzen Welt bereitstellt. In ihrer kostenlosen App können dank AR mit der „View in My Room“ Funktion mehr als eine Million 3D-Modelle im eigenen Raum platziert und dazu eigene Fotos hochgeladen und Produkte, Sticker, Anmerkungen und Maßangaben hinzugefügt und somit Ideen für die Raumgestaltung noch einfacher visualisiert werden. Die App ist in neun Sprachen verfügbar. (Houzz Inc.)

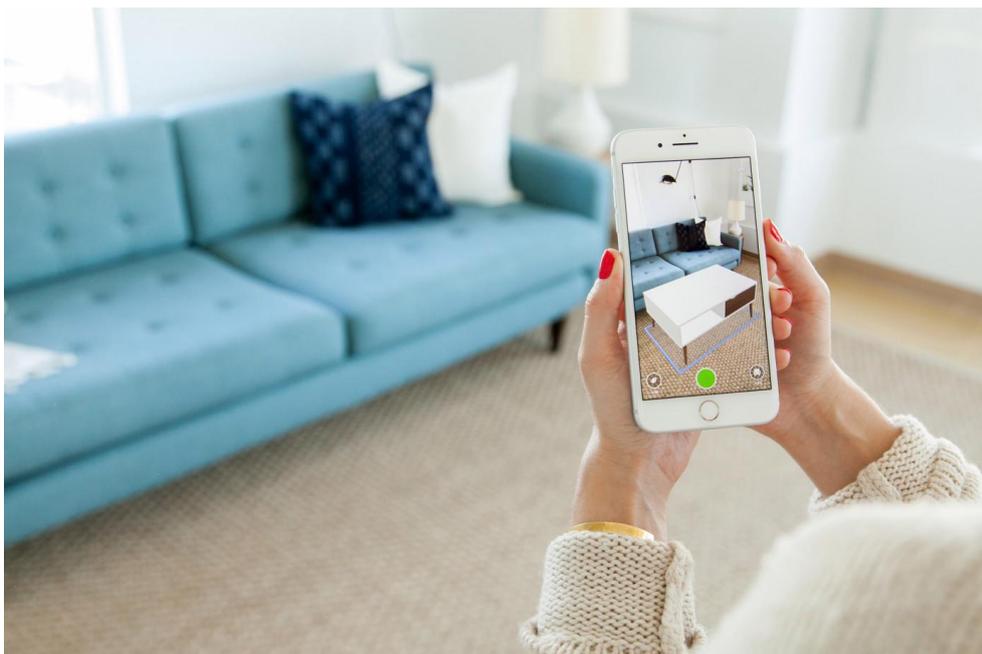


Abb. 21: die „View In My Room“ Funktion von Houzz (Ingrid Lunden)

Noch einen Schritt nach vorne geht die App Roomle, in der NutzerInnen die Grundrisse ihrer Räume mit exakten Dimensionen einzeichnen und gesamte Räume mit Einrichtungselementen ausstatten können. Nach dem fertigen Zusammenstellen in 2D wird die AR-Funktion betätigt, wo die Einrichtungselemente in den vorgesehenen Plätzen in Echtgröße betrachtet und manipuliert werden können. Roomle hat derzeit zwar nur 1500 Produkte, hat aber bereits zur Ausarbeitung von mehr als 3 Millionen Grundrissen von hoher Qualität beigetragen. (Wikitude)

Abb. 22: der vorbereitete Grundriss (oben) und die spätere Darstellung in AR (unten) in der App Roomle (Wikitude)



Auch in der Architekturvermittlung gab es erste Versuche, AR der breiten Bevölkerung näherzubringen. Die früher erwähnte Website MIMOA hat 2009 für die App Layar eine passende Ergänzung entwickelt und implementiert. Layar ist ein AR-Browser, bei welchem mit der Kamera des Endgerätes die Umgebung gescannt wird und am Bildschirm Informationen über Objekte oder Plätze in der Nähe angezeigt werden, die nach Thema in Schichten (engl. Layer) eingeteilt sind. In dem Sinne hat MIMOA seine eigene Schicht zur Verfügung gestellt, die, wenn ausgewählt, NutzerInnen

der App Bauten moderner Architektur vorschlägt und sie zu ihnen leitet.
(Naomi, 2009)



Abb. 23: MIMOAs Layer in der App Layer (Naomi, 2009)

Weiters werden Anwendungen von AR im Bereich der Architektur präsentiert, die als Forschungsprojekte ausgeführt wurden. Eine der ersten Arbeiten zu diesem Thema an der Fakultät für Architektur der TU Wien kam 2012 von Stefan Niedermair, der im Rahmen seiner Diplomarbeit die Anwendung von AR zur Architekturvisualisierung an mobilen Endgeräten untersuchte. Das Ziel war, zu zeigen, wie und in welchen Bereichen AR die Präsentation der Informationen über Architekturprojekte und -inhalte verbessern kann. Der Nutzwert wurde in drei Szenarien hinterfragt: zuerst als Tischplatten-Projektpräsentation, wo ein physisches Modell von einem digitalen ersetzt wurde; weiters als Visualisierung von neuen oder unrealisierten Projekten im Kontext vor Ort und letztendlich als Informationssystem des städtischen Kulturerbes, mit virtuell positionierten Inhalten wie Fotos, Videos und 3D-Modellen von zerstörten Gebäuden und anderen Objekten, ebenfalls vor Ort. (Niedermair, 2012)

Abb. 24: Tischplatten-Projektpräsentation mit AR (Nidermair, 2012)



Abb. 25: Visualisierung im Kontext vor Ort (Nidermair, 2012)



Abb. 26: Informationssystem des städtischen Kulturerbes (Nidermair, 2012)



Weitere Forschungsprojekte der TU Wien zum Thema Augmented und Virtual Reality betreute Dr. Hannes Kaufmann von der Fakultät für Informatik. Im für diese Arbeit relevanten Bereich ist das Projekt „Hofburg Tracking“ erwähnenswert, bei dem der Gegenstand des geförderten Vorhabens die Entwicklung und Implementierung eines neuartigen Algorithmus für mobile Endgeräte zur genauen Ortsbestimmung (Lokalisierung) in Echtzeit von BesucherInnen der Hofburg war. Das resultierende System erstellt detaillierte Karten mit Tausenden von Orientierungspunkten, die mit interaktiven Frameraten verfolgt werden können. Die Karten- und Kamerapositionsverfolgung kann verwendet werden, um den genauen Standort des Benutzers zu bestimmen, augmentierten Inhalt hinzuzufügen, den Pfad eines Benutzers zu verfolgen oder nach verschiedenen Objekten in der Umgebung zu suchen. (Kosyрева, Schönauer, Kaufmann, Vonach, & Gerstweiler, 2012)

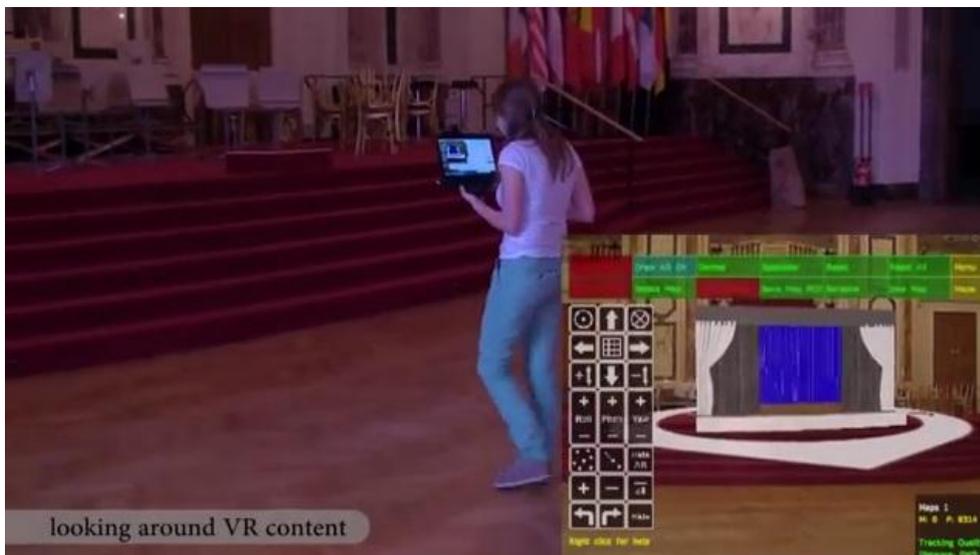


Abb. 27: Positionierung vom virtuellen Inhalt in der Hofburg Wien – Position der Nutzerin und Resultat am Bildschirm, Bildschirmaufn. (Kosyрева, Schönauer, Kaufmann, Vonach, & Gerstweiler, 2012)

Ein Urban Augmented Reality⁹ (UAR) Projekt aus 2017 hat den Versuch gemacht, eine neue Objektvorschlagsmethode für Gebäude zu implementieren, die als Grundlage für Anekdoten für den Tourismus, Inserate zum Einkaufen oder Adressen für die Stadtnavigation in GPS-gesperren Arealen fungieren, und bei denen eine Gebäudeerkennung anhand monokularer Fotos aufgrund von perspektivischen Deformationen, sich wiederholenden Strukturen und partiellen Verdeckungen mit Schwierigkeiten abläuft. Ziel der Arbeit ist, Fassaden für Überlagerungszwecke zu erkennen und durch die Auswertung einer Sammlung von Fassadenbildern zu identifizieren, wobei zum Testen 1000 Fußgänger-Fotos der Zürcher Gebäudedatenbank (ZuBuD) verwendet wurden. Der Kernpunkt des Vorhabens liegt darin, einen charakteristischen rechteckigen Ausschnitt an jedem Gebäude zu definieren, der spezifische Form-, Farb-, Umriss-, Struktur-, Symmetrie- oder semantische Kontrast-Hinweise (engl: cues) besitzt und jederzeit von Algorithmen in der realen Umgebung erkennbar ist. Die Daten werden von Deep Learning Frameworks analysiert und die Resultate mittels AR vor Ort angezeigt. Das Endprodukt wurde am Beispielgebäude Nantes Event Cen-

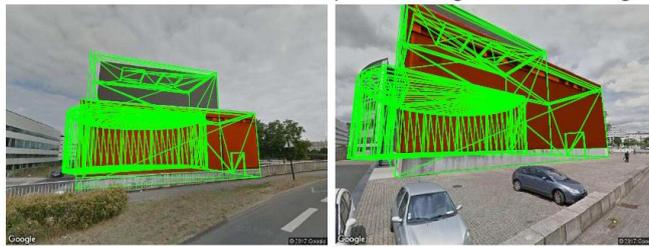
⁹ dt.: Augmented Reality in urbaner (städtischen) Umgebung

ter Building demonstriert, wo ein Logo an die Fassade in Perspektive platziert und ein virtuelles 3D-Modell, das im selben Referenzrahmen wie die Fassade steht, wiedergegeben wurde. (Fond, Berger, & Simon, 2017)

**Abb. 28: UAR
Projekt für eine
Objektvor-
schlagsmethode
(Fond, Berger, &
Simon, 2017)**



A. Bild aus der Datenbank B. ein in Perspektive eingeblendetes Logo vor Ort



C. das virtuelle Modell des Gebäudes in 3D

Ein weiteres Beispiel ist das Projekt CORALIUS aus dem Jahr 2017, das im Architekturunterricht zu Einsatz kommen soll. Ein Team von ForscherInnen der Graduate School of Architecture of Nantes hatte die Idee, eine immersive Design-Repräsentationsumgebung von Entwurfsprozessen zu entwickeln, die durch die Kombination von VR und Spatial Augmented Reality (SAR) zur qualitativeren Kommunikation zwischen StudentInnen und BetreuerInnen bei Korrekturen beiträgt. Die Ansicht aus erster Person wird auf einem großen kreisförmigen 360° Bildschirm präsentiert, was eine visuelle und akustische Immersion fördert und den Gebrauch eines HMDs eliminiert. SAR wird verwendet, um gedruckte 2D-Pläne oder -Schnitte und -Modelle auf der Tischplatte abzubilden, wobei dasselbe virtuelle Modell Eingabedaten für beide Darstellungsmöglichkeiten liefert und somit eine übergangslose Interaktion gewährleistet. (Milovanovic, Moreau, Siret, & Miguet, 2017)

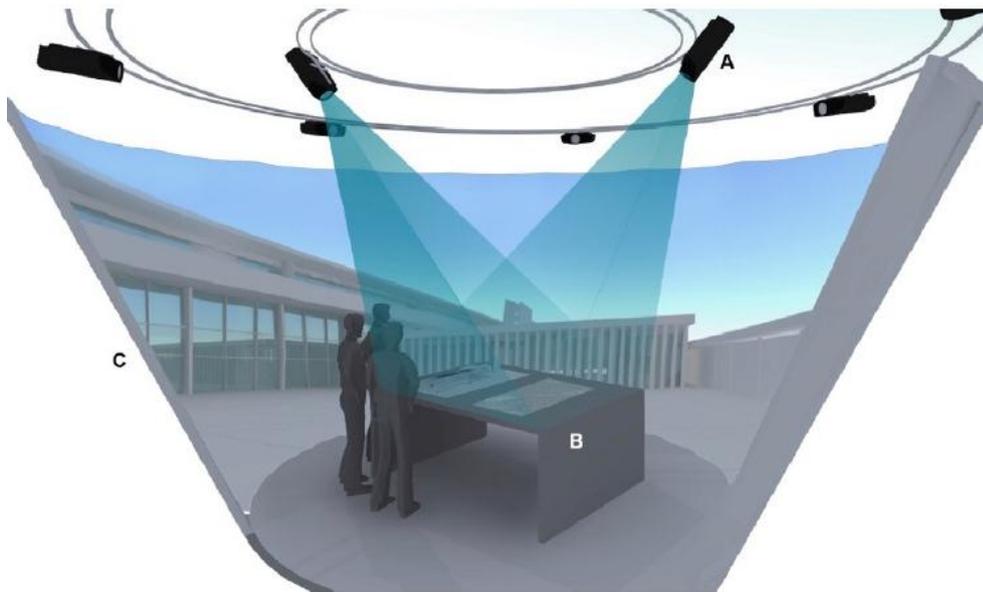


Abb. 29: die Konfiguration von CORALIUS:
 A: Beamer für SAR,
 B: Tischplatte mit augmentierten Plänen und Modellen,
 C: immersiver Bildschirm (Milovanovic, Moreau, Siret, & Miguet, 2017)

2.3 Endgeräte und Darstellungsmöglichkeiten

Für AR-Anwendungen werden Endgeräte mit einer komplexen Komposition von Hardware-Modulen benötigt und zurzeit können sie über vier Darstellungsmöglichkeiten berücksichtigt werden, die im Folgenden vorgestellt werden.

2.3.1 Smartphones und Tablets

Smartphones und Tablets sind in der Regel mit ähnlichen oder vergleichbaren Hardwarekomponenten ausgestattet und werden, bedingt durch die hohe Verbreitung im Endverbraucher-Markt, bereits seit langer Zeit als Hauptplattform für AR-Apps verwendet. Zusätzlich zu den gewöhnlichen Smartphones und Tablets werden auch Spezialmodelle angeboten, welche im Gegensatz zu den klassischen Lösungen über weitere, speziell für Augmented-Reality-Anwendungen optimierte, Hardwaremodule verfügen.

Hiermit werden die Geräte zum Fenster in die Umgebung der Benutzer. Der große Vorteil von diesen Endgeräten und der Grund, aus dem sie die optimale Art von AR-Endgeräten sind, ist, dass sie schon die meisten Personen besitzen, immer bei sich haben und sich mit dem Umgang mit Apps allgemein schon auskennen. Tablets haben noch mehr Rechenleistung als Smartphones und in der Regel einen größeren Bildschirm, also kann nach Bedarf die praktischere Variante eingesetzt werden. Wichtig ist nur, dass das Gerät aus technischer Hinsicht alle Anforderungen der Apps bezüglich Version und Graphik unterstützen kann.

Ein beispielhaftes Gerät, das im September 2018 erschienen ist, ist Apples iPhone Xs Max. Sein großer Bildschirm und der A12 Bionic Smartphone Chip mit großer Rechenpower ermöglichen den NutzerInnen eine leistungsfähige Grundlage für AR-Anwendungen mit hohem Anspruch. Außerdem verfügt es über ein Dual-Kamera-System, das Porträts mit Tiefenwahrnehmung ermöglicht. Mit ihr kann die Schärfentiefe in der Fotos-App sowohl in

der Echtzeit-Vorschau als auch nach der Aufnahme dynamisch angepasst werden, um die Hintergrundunschärfe bei Porträts zu korrigieren. Ein schneller Sensor und der Bionic-Chip bringen viel Glanz und Schattendetails in Fotos; während große und tiefe Pixel gute Bildtreue, hohe Farbgenauigkeit und reduziertes Rauschen bei Aufnahmen mit wenig Licht erzeugen. (Apple Inc.)

Abb. 30: Apples 2018 erschiene-
nes iPhone Xs
Max
(Martin/CNET,
2018)



2.3.2 Smart Glasses

Smart Glasses sind die Nachfolger von HMDs und heute gibt es sie für eine Vielfalt von Anwendungsfällen mit unterschiedlichen Anforderungsprofilen und somit ebenso unterschiedlichen Hardware-Konfigurationen. Smart Glasses verfügen in der Regel über kleine Kameras für die Erkennung des realen Umfelds, die komplexe Hard- und Software-Module auswerten und mit virtuellen Überlagerungen verbinden und die Resultate an der Brille anzeigen. Außerdem müssen sie einen eigenen Prozessor und die entsprechende Energieversorgung (Akku) haben. Smartglasses sind die immersivste Form von AR, da sie „hands-free“ ist und sich der Inhalt dynamisch mitbewegt, wenn der Benutzer seinen Kopf oder Körper bewegt. Die gesamte Benutzeroberfläche (UI) wird durch Gesten und Sprachkontrollen bedient.

Die 2016 erschienene HoloLens von Microsoft ist momentan eine der bekanntesten Smart Glasses im Bereich von Mixed Reality. Sie erlaubt den BenutzerInnen durch ein Natural User Interface und mit integrierten Sensoren, Lautsprechern und eigener Rechneinheit interaktive 3D-Projektionen in der direkten Umgebung darzustellen. Nachdem das Gehäuse aus zwei Ringen auf den Kopf gesetzt und das Sichtfeld eingestellt ist, kann man mit der Bedienung der HoloLens, ohne zusätzliche Kabel, Smartphones oder Computer, anfangen. Die Interaktion mit den Smart Glasses erfolgt durch Gesten, Sprache, Kopfbewegung und kleine Knöpfe.



Abb. 31: die HoloLens MR-Smart Glasses bieten ein tragbares Display für ein durchsichtiges Seherlebnis (Intellectsoft, 2018)

2.3.3 Kiosk Systeme/AR-Installationen

Kiosk-Systeme sind interaktive AR-Installationen, die sich schon vor der Verbreitung von Smartphones und mobilem AR als innovative Lösung für Events, Messen oder Shopping-Erlebnisse bewährt haben und setzen in der Regel auf das Prinzip des "Magical Mirror" (dt.: magischer Spiegel). Die magischen Spiegel gestatten einer Person, ihr Spiegelbild in wahrer Größe und in Echtzeit und mit zusätzlichen Bildern oder Inhalten, die darüber liegen, zu sehen. Diese Installationen erfordern große Rechenleistung und können zudem mit verschiedenster Hardware und Sensoren kombiniert werden. Die Lösungen bieten flexible Konfigurationsmöglichkeiten und ersetzen am Einsatzort die Endgeräte der NutzerInnen. Die bisher gebräuchlichsten Anwendungen waren Einzelhandels- und Verbraucherumgebungen, wie beispielsweise Schönheitssalons oder Bekleidungsgeschäfte, wo die Kunden verschiedene Kleidungsstücke im Spiegel anprobieren können.



Abb. 32: mit Spiegel-AR können Kunden von Bekleidungsläden sehen wie ihnen die Produkte stehen ohne sie in der Hand zu halten (Sheehan, 2018)

2.3.4 Spatial AR

Bei diesem Typ von AR, auch projektionsbasiertes AR genannt, werden digitale Elemente auf physische Objekte in der realen Welt projiziert und

sind meistens für Projektionszwecke und große Gruppen von ZuschauerInnen gedacht. Beispiele von Projektionsgeräten sind Shader-Lampen, virtuelle Tische und mobile und intelligente Projektoren. Wie bei Kiosk-Systemen ist keine Ausstattung erforderlich und in vielen Situationen kann es die technologischen und ergonomischen Beschränkungen herkömmlicher AR-Systeme überwinden. (Bimber & Raskar, 2005) Diese Art von Überlagerung bietet eine Reihe von Möglichkeiten für seine Anwendung, wobei eine der einfachsten die Projektion von Licht auf eine Fläche ist (engl.: projection mapping), wo der Nutzer ein purer Zuschauer ist, wie bei Tisch- und Wandprojektionen.

Die Umsetzung solcher Ansätze zeigte die Magistratsabteilung 33 der Stadt Wien, die in den Jahren 2015 und 2016 eine Veranstaltung unter dem Namen „Wien Leuchtet“ organisierte, wo digitales 3D-Video-Mapping zum Einsatz kam und die Fassaden des Natur- und Kunsthistorischen Museums mit wechselnden Animationen beleuchtet wurden. In einem Zusammenspiel aus Video, Diaprojektion, Licht und Ton wurde eine audiovisuelle Show präsentiert und somit vielen BesucherInnen Freude und Spaß zubereitet.

Abb. 33: digitale Großbildprojektionen auf dem Kunsthistorischen Museum in Wien (Mobilitätsagentur Wien)



2.4 Ausblick auf die Zukunft von AR

Unabhängig von der Entwicklung von AR sprach der Wissenschaftler Mark Weiser schon 1991 über die Entwicklung einer ubiquitären Technologie und ihre Einblendung in das alltägliche Leben. Er war der Meinung, dass „The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.“¹⁰ (Weiser, 1991) Er stellte sich eine Welt vor, in der Computer

¹⁰ dt.: „Die tiefgründigsten Technologien sind diejenigen, die verschwinden. Sie weben sich in das Gewebe des Alltags hinein, bis sie von ihm nicht mehr zu unterscheiden sind.“ (Übersetzung durch die Verfasserin)

keine großen, schweren und statische Kisten mehr waren, sondern in unsere Geräte, in alltägliche Gegenstände und in die Umgebung eingebettet, wobei sie alle miteinander vernetzt sind. (Weiser, 1991 zitiert nach: Tönnis, 2010) Obwohl diese Idee noch immer nicht die Norm ist, kann man mit Sicherheit behaupten, dass daran gearbeitet wird, sich ihr anzunähern. Die bahnbrechenden Entwicklungen von Endgeräten, stärkere Rechenleistungen und schnellere Internet Geschwindigkeiten in den letzten zehn Jahren haben bereits einen Trend in die Welt gesetzt, der Augmented Reality aus der Hand an den Körper als tragendes Medium versetzt. Smart Glasses haben Smartphones gegenüber den großen Vorteil, dass sie eine *hands-free* Immersion ermöglichen und durch einfache Gesten und Sprachsteuerungen zu betätigen sind und außerdem klassische Bedienelemente wie Tastaturen, Mäuse und Controller immer überflüssiger machen. Technologieexperten gehen aber noch einen Schritt nach vorne und arbeiten an Smart Lenses, also Kontaktlinsen die NutzerInnen virtuellen Inhalt direkt auf das Auge einblenden. Wissenschaftler vom Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST) haben 2017 Smart Contact Lenses vorgestellt, die während des Tragens den Glukosespiegel von Diabetikern in der Tränenflüssigkeit messen soll. Der Linsenträger wird über ein kleines LED-Licht gewarnt, falls die Glukosewerte zu hoch werden. (J. Park, 2018) Die Smart Lenses von Sensimed AG waren 2015 das einzige kommerziell erhältliche Gerät, das vielversprechende 24-Stunden-Informationen über Augeninnendruck-Schwankungen lieferte. (Smedt, 2015)

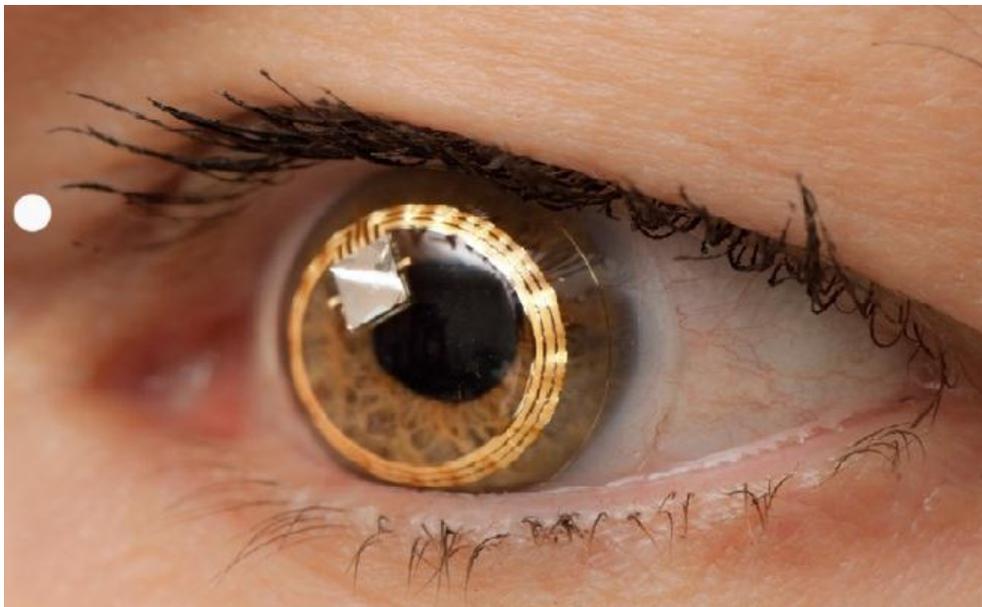


Abb. 34: Smart Lenses von Sensimed AG (Sensimed AG)

Die ersten Forschungsprojekte weisen also großes Potenzial auf und sind auch für die Weiterentwicklung von Augmented Reality von großer Wichtigkeit. Die Firma Samsung besitzt seit 2016 ein Patent für Smart Lenses, wo die Kontaktlinse mit einem kleinen Bildschirm, einer Kamera, einer Antenne und mehreren Sensoren, die Bewegungen und Blinzeln erkennen, ausgestattet ist. Die Eingaben werden mittels der Antenne an ein externes Gerät,

wie ein Smartphone oder Tablet, gesendet und von ihm verarbeitet. (Chowdhry, 2016) Ähnliche Produkte wurden auch von Google und Sony für Patente eingereicht, was die Annahme nahelegt, dass Smart Lenses bereits in naher Zukunft einsatzbereit sein werden. Informationen zu Erscheinungsdaten oder derzeitigem Status in der Forschung sind nicht bekannt.

Der massive Verlass auf ubiquitäre augmentierte Endgeräte wird von den NutzerInnen mit gemischten Gefühlen aufgenommen, weswegen einige Experten aus dem Bereich digitaler Medien das Bedürfnis hatten, ihre Visionen der AR-unterstützten Zukunft in Videos zu präsentieren. TheCGBros, ein Kollektiv von digitalen 3D-/Animation-/VFX¹¹-Profis, die in der digitalen Animation-/Spiele-/VFX-Industrie tätig sind, zeigen im kurzen Film „SIGHT“ ihre eigene Vorstellung der Zukunft, wo Smart Lenses Smartphones und Tablets ersetzt und sich fast in jede Sphäre des Lebens integriert haben. Die Hauptrolle im Film hat ein junger Mann, dem Spiele und hilfreiche Tipps auf seinen Kontaktlinsen helfen, sich im Alltag zurechtzufinden. Alle Interaktionen zeigen eine spaßige und unterhaltsame Anwendung von Smart Lenses. Es werden dem Nutzer z.B. Hilfslinien beim Gurkenschnneiden eingeblendet, um gleich große Teile zu schneiden, wofür er mit Punkten belohnt wird.

Abb. 35: eingeblendete virtuelle Hilfslinien auf der Gurke helfen dem Mann gleich große Teile zu schneiden, Bildschirmaufn. (TheCGBros, 2012)



Ein ganz anderes Bild der Zukunft zeigt „Hyper-Reality“, ein Konzeptfilm von Keiichi Matsuda, einem unabhängigen Designberater, der ein multidisziplinäres Designstudio an der Schnittstelle von Technologie, Medien und Architektur führt. Der Film präsentiert eine provokative und kaleidoskopische Zukunftsvision, in der physische und virtuelle Realitäten zusammenwachsen und die Stadt von Medien gesättigt ist. (Matsuda, 2016) Das Endgerät, das die Augmentierungen betätigt, wird nicht gezeigt, aber aus den Gesten und den Handbewegungen kann man schließen, dass es sich um Smart Glasses oder Smart Lenses handelt. Anders als beim vorigen Bei-

¹¹ visual effects, dt.: visuelle Effekte

spiel werden hier die Schattenseiten der Abhängigkeit von künstlichen Welten gezeigt, die ganz schnell zu Desorientierung und Verzweiflung führen. Die Straßen und öffentlichen Verkehrsmittel sind überfüllt mit eingeblendeten Informationen in Neonfarben, die um die Aufmerksamkeit der Nutzerin kämpfen. Zur gleichen Zeit kommen Geräusche aus allen Richtungen, die entweder Klingeltöne von Benachrichtigungen oder Popup-Meldungen aus der Umgebung sind und unaufhörlich zur gespaltenen Aufmerksamkeit verleiten.



Abb. 36: die Straßen von Medellín, Kolumbien sind mit Hyper-Reality Inhalten überfüllt (Matsuda, 2016)

Danach spielen sich Szenen aus dem Supermarkt ab, der ebenso mit virtuellen Inhalten überladen ist und wo ständig neue Notifikationen über Produkte und Angebote erscheinen. Als das Bild zu zittern anfängt, wird die Kundenbetreuung kontaktiert und am Bildschirm angezeigt, nur um zu erfahren, dass das Benutzerkonto angegriffen wurde und das Gerät neugestartet werden muss. Dieser Moment zeigt die reale Umgebung und man sieht unzählige Marker, die als Aufhänger für die künstlichen Objekte dienen und man eigentlich in einer gewöhnlichen, einfarbigen Welt lebt, die die Nutzerin jedoch nur beunruhigt und sie um ihre Punkte besorgt macht.

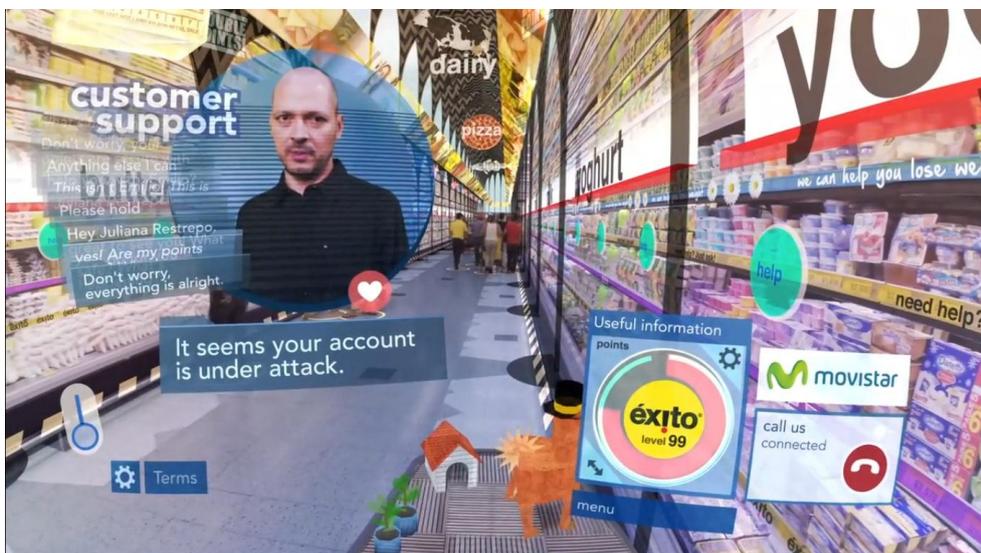


Abb. 37: eingeblendete virtuelle Inhalte und ein Gespräch mit der Kundenbetreuung in der Laufzeit der Software, Bildschirmaufn. (Matsuda, 2016)

Abb. 38: die wahre Umgebung, nach dem Runterladen des Geräts, Bildschirm aufn. (Matsuda, 2016)



Beide Vorstellungen der Zukunft antizipieren ein gamifiziertes Leben, in dem Menschen immersiv in augmentierten und überlagerten Welten wohnen. Obwohl es hier um fiktive Szenarien geht, kann man rasch verstehen, wie potent, entwicklungsfähig und greifbar die Technologie von Augmented Reality ist.

3 Digitales Lernen mit Serious Games

Neue Lernmethoden sind individuell auf Lernende abgestimmt und versprechen zusätzlich Effizienz und Flexibilität. Durch die zunehmende Digitalisierung fast aller Abläufe des Alltags haben sich einige digitale Lernmethoden entwickelt, die für unterschiedlichste Aspekte des Lebens und Altersgruppen bestimmt sind. Das liegt daran, dass die Forschung digitalen Lernspielen immer mehr Aufmerksamkeit schenkt und generell die Popularität digitaler Spiele steigt. (Eck, 2006) Neben der Zugänglichkeit dieser Medien spielt auch die schnelle und präzise Darstellung der ständig wechselnden Informationen und ihre graphische Aufarbeitung eine große Rolle bei der Motivation, da sie den NutzerInnen jederzeit zur Verfügung stehen und sie durchgehend an ihre Verpflichtungen und Erfolge erinnern. Im digitalen Zeitalter sind viele Lernmethoden entstanden, deren grundlegenden Ansätze sich teilweise stark überschneiden, wie Gamification, Serious Games, E-Learning, Edutainment oder Digital Game-Based Learning. Gelegentlich werden die Begriffe als Synonyme verwendet, was man jedoch meiden sollte. Deswegen wird an dieser Stelle eine klare Definition für Serious Games gegeben, sodass man den Begriff immer und eindeutig als gesonderte Einheit versteht.

Serious Games sind ein Teil von digital game-based learning.¹² In der Literatur findet sich keine eindeutige Abgrenzung des Game-Based Learning zu den anderen Begriffen. Marc Prensky, einer der Autoren die den Fachausdruck medienwirksam verbreitet haben, meint Folgendes: „When you think of computer games, there's lots of engagement but little content. Business has lots of content, but no engagement. Put the two together and you have a way to learn the business through computers that makes sense for this generation“.¹³ (Prensky, 2001) Wissenschaftlerin und Professorin Sonja Ganguin ist der Meinung, dass die Lernprozesse, die während dem Spielen von Serious Games hervorgerufen werden als digital game-based learning charakterisiert werden können. (Ganguin, 2010) Einigkeit herrscht also darin, dass der Einsatz digitaler Lernmethoden im Bildungskontext adäquat und an die Bedürfnisse der heutigen Generation angepasst ist.

Den Bedarf, eine allgemein akzeptierte Definition für Serious Games zu geben, gibt es schon seit den 1970er Jahren, als der amerikanische Wissenschaftler Clark C. Abt (Abt, 1970) in seiner Arbeit „Serious Games“ schrieb: „We are concerned with serious games in the sense that these games have an explicit and carefully thought-out educational purpose and

¹² dt.: digitales spielbasierendes Lernen

¹³ dt.: „Wenn man an Computerspiele denkt, gibt es viel Engagement, aber wenig Inhalt. Das Wirtschaftsleben hat viele Inhalte, aber kein Engagement. Setzt man die beiden zusammen, hat man eine Möglichkeit, das Geschäft durch den Computer zu lernen, das für diese Generation sinnvoll ist.“ (Übersetzung durch die Verfasserin)

are not intended to be played primarily for amusement.“¹⁴ Abt hat während des Kalten Krieges für das US Militär gearbeitet und hatte das Ziel, Spiele für pädagogische und Trainingszwecke zu verwenden. Er hat zu diesem Zweck ein Spiel entwickelt, welches die Kriegskonflikte auf einer globalen Ebene analysieren sollte. (Djaouti, Alvarez, Jessel, & Rampnoux, 2011, S. 26f) Im Laufe der Zeit hat sich jedoch der Anwendungsbereich mehr in den Alltag verschoben, wo der Begriff heutzutage auch am häufigsten im Bildungssektor präsent ist, bzw. in der beruflichen Aus- und Weiterbildung, weswegen sie vorwiegend auf Erwachsene ausgelegt sind. (Schuller, 2015) Auch hier kam es seit der ersten Erwähnung zum Hinzufügen und Entziehen von persönlichen Meinungen und Interpretationen bei der Definition, doch zurzeit wird die von Michael und Chen weltweit akzeptiert. (Djaouti, Alvarez, Jessel, & Rampnoux, 2011, S. 25) Ihre Definition aus der Publikation „Serious Games: Games that Educate, Train and Inform“ besagt, dass Serious Games Spiele sind, die nicht Unterhaltung, Vergnügen oder Spaß als ihren primären Zweck haben. (Michael & Chen, 2006) Serious Games sind immersive Lernsimulationen, die einen spezifischen Aspekt des Lernens unterstützen und verbessern sollen (Marlow, 2009) und dienen nicht lediglich dem unterhaltsamen Zeitvertreib wie bei kommerziellen Computerspielen. (Ganguin, 2010) Es ist sehr wichtig, dieses Konzept zu verstehen und es von Gamification abzutrennen. Obwohl Serious Games ein fast 40 Jahre älterer Begriff ist, kommt es, da, wie früher angesprochen, die Mehrheit aller Spiele zur heutigen Zeit digital sind, manchmal dazu, dass diese als Synonyme verwendet werden, wovon man jedoch absehen sollte. Gamification ist „der Einsatz von Spielmechanismen in einem spiel-fremden Kontext“ (Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011). Das Wesentlichste bei dieser Methode ist zu verstehen, dass nur Elemente von Spielen (*game*) zum Einsatz kommen und nicht die tatsächliche Tätigkeit des Spielens (*play*). In anderen Worten bedeutet das, dass Spielelemente nicht zu dem Entstehen vollständiger Spiele führen. (Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011)

So stehen Serious Games ab jetzt im Mittelpunkt der weiteren Betrachtungen und werden gefasst als alle digitalen Spiele, die mit der Intention entwickelt wurden, bestimmte Inhalte, bzw. Fähigkeiten zu vermitteln und damit Wissens-/Verhaltens- oder Einstellungsveränderungen zu bewirken. Sie sind auf Lernziele ausgerichtet, bei denen die Kompetenzpraxis kontextualisiert oder situiert ist und der Lernende für die Ausforschung verantwortlich gemacht wird. (Marlow, 2009) Generell haben Serious Games in der Forschung einen guten Ruf und es wird von „positive educational benefits of gaming technologies“¹⁵ ausgegangen. (DiPietro, Ferdig, Boyer, & Black, 2007) Positive Effekte seien gesteigerte Motivation, bessere Leistung oder allgemein besseres Lernen im Vergleich zu „traditionellen“ Lernformen.

¹⁴ „Wir beschäftigen uns mit Serious Games in dem Sinne, dass diese Spiele einen eindeutigen und sorgfältig durchdachten belehrenden Zweck haben und ihr Spielen nicht primär zur Unterhaltung gedacht ist.“ (Übersetzung durch die Verfasserin)

¹⁵ „positiven Lernvorteile von Spieltechnologien“ (Übersetzung durch die Verfasserin)

(Hoblitz, 2015) Diese positive Wirkungsannahme beruht auf der Beobachtung oder Vermutung, dass bestimmte Spielelemente, wie Fantasie, Regeln, Ziele, sensorische Reize, Herausforderung, Rätsel sowie Kontrolle oder Feedback, das Lernen unterstützen können. (Hoblitz, 2015) Es dreht sich alles um die durchgehende positive Bestätigung nach dem Bewältigen der Aufgaben, was sich motivierend auf die Wissensaneignung auswirkt. Für Serious Games allgemein und insbesondere denen mit Architekturbezug liegen bislang nur wenige Studien vor, die den tatsächlichen Erfolg und die Wirksamkeit nachweisen. Nur vereinzelt und spielspezifisch wurden aufwändige Evaluationsstudien durchgeführt, die in eine positive Richtung weisen. (Lampert, Schwinge, & Tolks, 2009)

3.1 Spieldesign-Muster

Da die NutzerInnen durch den ständigen Gebrauch von Smartphones schon mit Multitasking, schneller Verarbeitung visueller Informationen oder zufälligen verlinkten Multimedia-Informationen eingeübt sind (Derryberry, 2007), kann man bei dem Design von Serious Games auch dynamische und multimediale Elemente einsetzen, wobei man immer Acht geben muss, dass das *Spielerische* nicht das *Lernende* übersteigt. SpieldesignerInnen tragen also eine große Verantwortung bei der Spielkonzeption, denn ohne den sorgfältig behandelten Aufgabenschwerpunkt und das korrekte Verständnis der Bedürfnisse der Zielgruppe gibt es kein erfolgreiches Spiel. Björk and Holopainen entwickelten ein großes Inventar von Spieldesign-Mustern¹⁶ (engl.: game design patterns), die relevant für alle Spiele sind. Da sich Serious Games vom Aufbau her nicht als gesonderte Spieleart klassifizieren, können hier alle universalen Spieldesignelemente und –prinzipien angewandt werden, die auch relevant und wegweisend für das Spiel sind, welches im Rahmen dieser Diplomarbeit entwickelt wird. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht von den Spieldesign-Mustern, bei denen sie elf Kategorien identifizieren.

	Musterkategorie	Erklärung
1	Muster für Spielelemente	Diese Muster beschreiben Spielobjekte, die den Bereich der Spielrealität definieren oder die der Spieler manipulieren kann (Beispiel: Hinweise)
2	Muster für Ressourcen und Ressourcenmanagement	Diese Muster beschreiben verschiedene Arten von Ressourcen, die von den Spielern und dem Spielsystem gesteuert werden können (Beispiel: Energieressourcen)
3	Muster für Informationen, Kommunikation und Präsentation	Diese Muster beschreiben wie Informationen über den Spielstand behandelt werden, z. B. das Ausblenden spezifischer Informationen zum Durchführen der Auswertungen (Beispiel: asymmetrische Information)

Tab. 1: Überblick der Spieldesign-Musterkategorien (Kelle, Klemke, & Specht, 2011 nach Björk and Holopainen, 2004)

¹⁶ Laut Gamma (1995) benennt, motiviert und erklärt ein Designmuster systematisch ein allgemeines Design, das ein wiederkehrendes Designproblem anspricht. Es beschreibt das Problem, die Lösung, wann die Lösung anzuwenden ist, und ihre Konsequenzen

4	Aktions- und Ereignismuster	Diese Muster bestimmen welche Arten von Aktionen den Spielern verfügbar sind, wie sie sich auf Veränderungen im Spielstand und die Ziele der Spiele beziehen (Beispiel: Belohnungen oder Strafen)
5	Muster für die Erzählungsstrukturen, Vorhersagbarkeit und Immersion	Diese Muster beschäftigen sich mit der Storyline, der Immersion und dem Spielengagement der Spieler (Beispiel: Überraschungen)
6	Muster für soziale Interaktion	Diese Muster decken ab, wie Spiele die soziale Interaktion zwischen den Spielern unterstützen (Beispiel: Rollenspiel)
7	Muster für Ziele	Ziele geben den Spielern Zielrichtungen die sie während des Spielens bewältigen sollen (Beispiel: Informationen gewinnen)
8	Muster für Zielstrukturen	Diese Muster beschreiben, wie sich das Spielen (<i>the gameplay</i>) auf die Ziele auswirkt (Beispiel: Turniere)
9	Muster für Spielsitzungen	Diese Muster befassen sich mit den Eigenschaften von Spielinstanzen und Spiel- (<i>game</i>) und Spiel- (<i>play</i>)-Sitzungen und den Einschränkungen, Möglichkeiten und Merkmalen der Spielerbeteiligung im Spiel (Beispiel: Zeitlimits)
10	Muster für die Spielbeherrschung und Balancieren	Diese Muster beschreiben wie die Spieler ihre Fähigkeiten und ihr Können beim Spielen einsetzen können und wie es möglich ist das Spielen (<i>the gameplay</i>) für Spieler mit unterschiedlichen Fähigkeiten zu balancieren (Beispiel: Zufälligkeit)
11	Muster für Meta-Spiele, Wiederspielbarkeit und Lernkurven	Diese Muster beschäftigen sich mit Themen, die außerhalb des Spielens einer einzelnen Spielinstanz liegen (Beispiel: Wiederspielbarkeit)

Wie Juul für allgemeine Spielelemente hervorhob, sind auch die Spieldesignelemente von der Eigenschaft geprägt, nicht alleine existieren zu können und erst durch logische Kombination untereinander eine Spielstruktur ausmachen. (Juul, 2005)

3.2 Exemplarischer Überblick

Ein mehrfach international ausgezeichnetes Serious Game des Unternehmens Ovos aus Wien ist das 2011 erschienene Spiel „Ludwig“, das als ein weltweites Benchmark-Projekt¹⁷ im Bereich Game-based Learning bzw. Serious Games gilt und derzeit in vier Sprachen erhältlich ist. (ovos 1) Das Spielgeschehen ist in das Jahr 2098 gelegt, wo die Menschheit alle fossilen Brennstoffe der Erde aufgebraucht hat und ist dazu gezwungen, auf großen Raumstationen in der Erdumlaufbahn zu leben. Der kleine Roboter „Ludwig“ wurde auf die Erde geschickt, um nach neuen Energiequelle zu suchen und seinen Leuten zu helfen, auf die Erde zurückzukehren. Im Spiel erforschen Kinder ab 11 Jahren spielerisch physikalische Phänomene und

¹⁷ durch zielgerichtete Vergleiche unter mehreren Unternehmen das jeweils beste ausgewählte Projekt, dessen tatsächlich realisiertes Optimum als Richtgröße (Benchmark) gewählt wurde (Anm.d.Verf.)

führen dabei den kleinen Roboter durch verschiedene Themenwelten, wo Kenntnisse über erneuerbare Energien gesammelt werden. Durch verschiedene Missionen, die zu erfüllen sind, wird Wissen über die Generierung von Strom durch Wasser, Windkraft und Solarenergie spielerisch vermittelt. Von Beginn der Entwicklung des Spiels an erfolgte die Einbindung von SchülerInnen und LehrerInnen im Rahmen der Konzeption des Lernspiels und wurden auch immer wieder im Laufe des Designprozesses für Testproben einbezogen. Ihre Inputs und ihr Feedback waren ausschlaggebend für die Weiterentwicklung von „Ludwig“ und damit auch für die letztendliche Qualität der Projekt- bzw. Forschungsergebnisse. Die LehrerInnen wurden ebenfalls in den Prozess eingebunden, wobei ihr Fokus vor allem auf der Einsetzbarkeit im Unterricht im Vordergrund lag. (ovos 2)



Abb. 39: Ludwig lernt über physikalische Phänomene (ovos 1)

Serious Games mit Architekturbezug, kommerziell oder aus dem Forschungsfeld, sind derzeit nicht bekannt. Im Feld der Raumplanung wurden zwar einige entwickelt, aber die Nutzung von Spielen für Forschungszwecke in diesen Bereichen hat es bisher nicht geschafft, sich von der Simulationstradition zu distanzieren. (Shakeri, Kingston, & Pinto, 2016) Den Autoren zufolge kommen Serious Games im Bereich der Stadtplanung hauptsächlich in Form von detaillierten Simulationen der Umgebung, in denen sich der Spieler frei bewegen kann und gebeten wird, verschiedene vorgeschlagene oder aktuelle Entwicklungen zu kommentieren; und sie sind der Meinung, dass das volle Potenzial dieser Kombination noch nicht vollständig erforscht ist. Spiele, die in diesem Kontext erwähnenswert sind, sind:

- „Blockholm“ (2013): ein Spiel basierend auf dem Spiel Minecraft, gefördert vom Schwedischen Zentrum für Architektur und Design. Ziel ist, eine intelligente Stadt der Zukunft aus der echten Kartographie der Stadt zu entwerfen, in der Topografie, Straßen, Seen, Flüsse usw. enthalten sind. (Majury, 2014 zitiert nach: Fonseca, Villagrasa, Navarro, Redondo, Valls, & Sánchez, 2017)

- „Play the City“ (seit 2010): mehrere Spiele, die an der Schnittstelle von Stadtplanung, Designberatung, Forschung und Gaming stattfinden. Das Team erstellt ein Stadt-Spiel von Grund auf, das eine Region repräsentiert und Ambitionen und Bedingungen der SpielerInnen entspricht. Das Stadtspieldesign umfasst die Entwicklung eingehender Recherche und Analyse des Falles und die Anpassung dieser technischen und administrativen Komponenten an die Spieldynamik und an konkrete Spielelemente. (Play the City)
- „Planit“ (2013): zielt darauf ab, die Attraktivität der Bürgerpartizipation zu erweitern, was die Planung zu einem spielerischen Aspekt macht, während im Hintergrund ein Organisator verschiedene mentale Karten zusammenstellt, wie die Bürger die Stadt verstehen. (Jain, Das, Gupta, & Saxena, 2015 zitiert nach: Fonseca, Villagrasa, Navarro, Redondo, Valls, & Sánchez, 2017)

Neben Serious Games mit Ansatz aus der realen Umwelt sind ebenfalls klassische Videospiele aufzufinden, wie bspw. SimCity, das im Wesentlichen die Funktionen der Stadtverwaltung erfasst, nicht nur die Stadtplanung. Den Spielenden wird sowohl die Kontrolle über das Stadtbudget einer fiktiven Stadt gegeben, als auch das Recht zum unbegrenzten Umbau des Landes ohne jegliche rechtliche Hürden. Die notwendigen Werkzeuge zur "Schaffung von Städten" wie Zoning für Landnutzung und Landschaftsgestaltung werden im Spiel bereitgestellt und simulieren somit die Verantwortungen von StadtplanerInnen. Auf einer anfänglich unbebauten Landschaft können Infrastruktur, Wohn-, Industrie- und Gewerbegebiete, Parks, Häfen usw. zur Bebauung ausgewiesen werden. All diese Entscheidungen und Unternehmungen spiegeln sich in der Entwicklung der Stadt wieder und haben großen Einfluss auf die allgemeine Stadtentwicklung. Es gibt kein vorgegebenes, zu erreichendes Spielziel, obwohl die SpielerInnen dazu motiviert werden, die Anzahl der Einwohner zu erhöhen oder eine funktionierende Metropole zu erstellen. (Electronic Arts Inc.)

Abb. 40: eine kleine Nachbarschaft in SimCity (Electronic Arts Inc.)



Alle genannten Spiele enthalten bemerkenswerte Aspekte, die mit informellen Unterrichtsmodellen für die Allgemeinheit verbunden sind und obwohl sie auf Stadtplanung konzentriert sind, wurden sie außerhalb eines akademischen Umfelds durchgeführt und können nicht in erfolgreiche Beispiele von Serious Games einbezogen werden. Erste Projektvorschläge, die sich von diesen Ansätzen fortbewegen, kommen von der HafenCity Universität in Hamburg, wo eine Gruppe von StudentInnen ein Serious Game entwickelte und umsetzte, das als Hauptziel hat, die spielerische Partizipation der Öffentlichkeit in der Stadtplanung zu unterstützen. Das Spiel trägt den Titel B3 Game (Billstedt¹⁸ – Bürger – Beteiligung) und wickelt sich auf einem Marktplatz in Billstedt ab, das den SpielerInnen ermöglicht, ihn zu gestalten und ihre Vorschläge mit anderen BürgerInnen und StadtplanerInnen zu diskutieren. Der Marktplatz ist zurzeit mit einigen Sitzbänken und vernachlässigten Bäumen spärlich eingerichtet und für erste Ideen zu seiner Belebung kommt dieses Spiel zum Einsatz. Es zielt darauf ab, die BürgerInnen dazu zu ermutigen, ihre Meinung über den Markt zu äußern und sich über die aktuelle Situation und die Probleme in diesem Teil ihrer Stadt zu informieren. Im Spiel können die SpielerInnen die aktuelle Situation auf dem Marktplatz in einem Video betrachten, zwischen 2D- und 3D-Visualisierung des Marktplatzes wählen und ihren eigenen Marktplatz gestalten, indem sie verschiedene Elemente wie Bänke, Bäume, Lichter, Spielplatz für Kinder usw. hinzufügen. Nachdem die SpielerInnen ihren bevorzugten Marktplatz gestaltet und die gewünschten Elemente eingefügt oder platziert haben, kann ihre Vision per E-Mail an die StadtplanerInnen gesendet werden. Die BürgerInnen können die Beiträge anderer BürgerInnen sehen und den wählen, den sie am meisten mögen. (Poplin, 2011) Der erste Prototyp des Spiels wurde im Rahmen eines internationalen Studentenaustauschprogramms entworfen und entwickelt, das in Zusammenarbeit zwischen der HafenCity Universität Hamburg (HCU) und der Florida Atlantic University (FAU) organisiert wurde. (Don)



Abb. 41: Bedienoberfläche des B3 Games (Don)

Weiters ist im Rahmen einer Diplomarbeit an der TU Wien ein Serious Game zur Verkehrsplanung in St. Pölten entstanden, das auf der Idee aufge-

¹⁸ Billstedt ist ein Stadtteil im Osten von Hamburg

baut ist, Stadtplanung durch einen spielerischen Zugang mittels Städtebausimulationen zu erreichen. Durch ein abstraktes digitales Modell der Stadt St. Pölten mit dem Schwerpunkt auf einer möglichst genauer Straßengenerierung und Verkehrssimulation wurde der simulierte Stadtverkehr betrachtet, um eine geplante Umfahrungsstraße in der Stadt erweitert und dessen Auswirkung auf Lärm und Verkehrsaufkommen überprüft. (Baumgartner, 2016)

Abb. 42: Analyse der Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens – Verkehrsspitze, vor dem Ausbau (Baumgartner, 2016)





Abb. 43: Analyse der Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens – Verkehrsspitze, nach dem Ausbau (Baumgartner, 2016)

Abgesehen von Serious Games mit städteplanerischem Schwerpunkt, existierende Spiele die andere Teilbereiche der Architektur angreifen und Wissen über sie vermitteln. Bridge! lässt die SpielerInnen sich in die Rolle von BauingenieurInnen und ProjektleiterInnen hineinzuversetzen, indem sie Brücken in Fachwerksbau mit einem begrenzten Budget und einer beschränkten Anzahl von Teilen entwerfen. Sobald der Entwurf fertig ist, kann die Stärke der Brücke getestet werden, indem ein Zug sie überquert und je nach Qualität der Brücke wird der Zug entweder sicher überfahren oder in den darunter liegenden Fluss stürzen. In 30 abwechslungsreichen Aufgaben mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad sollen kreative und stabile architektonische Lösungen gegeben und eine abgewandelte Form der Tragwerksplanung erlernt werden. Einflüsse von Naturgewalten wie Überschwemmungen, Stürmen und Erdbeben sollen in die Planung miteinbezogen werden. Neben einfachen Eisen- und Stahlstäben kommen auch Aufhängungsseile und Hydraulik auf Klapp- und Hängebrücken oder Baukombinationen zum Einsatz. Durch den erfolgreichen Abschluss von Missionen werden neue Teile und Szenarien für den integrierten Missionseditor freigeschaltet. (Beyer)

Abb. 44: im Testmodus werden mit Farbüberlagerung Spannungen in den Bauteilen ausgelegt (MobyGames™, 2011)



4 Wiener Kaffeehäuser

Das Kaffeehaus ist als gastronomische Einrichtung eine typische Wiener Institution, die bis heute ein wichtiges Stück Wiener Tradition bildet. Architektur und Interieur der frühen Kaffeehäuser sind nur bruchstückhaft dokumentiert; sie waren zwar der Treffpunkt zum Kaffeetrinken und stundenlangen Verweilen, einen hohen soziokulturellen Status, wie er heute existiert, hatten sie jedoch nicht. Das erste offizielle Kaffeehaus in Wien wurde 1685 eröffnet, wofür ein kaiserlicher Privileg für das Ausschanken erhalten werden musste. Die Anzahl der Kaffeehäuser war seitdem stets am Steigen, aber sie waren zum Teil schlichte und kleine Lokale. Ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts werden die Cafés etwas gemütlicher, prunkvoller und bekommen mehr Ausstattung, jedoch erst mit dem Bau der Ringstraße zu Ende des 19. Jahrhunderts kamen die prunkvollen, geräumigen, bürgerlichen Salons, die die Komfortansprüche der Gäste steigern. In den historischen Zinshäusern und Palais renommierter Ringstraßenarchitekten werden zahlreiche prachtvoll ausgestattete Kaffeehäuser untergebracht. (Spalt, 1978) Mit dieser Unternehmung fingen gestalterische Elemente zur Umsetzung der Kaffeehauskultur an, sich zu etablieren und führten zur Zeit der Hochblüte der Kaffeehausarchitektur, deren Flair bis heute das Leitbild des traditionellen Wiener Kaffeehauses prägt. Aber nicht nur die Atmosphäre, sondern auch das besondere Ambiente machen diese Räume zu einer anerkannten Größe der österreichischen Geschichte.

Genau diese Merkmale waren das Motiv, das 2011 zur Aufnahme der Wiener Kaffeehauskultur als „gesellschaftliche Praktiken“ in das Verzeichnis des UNESCO immateriellen Kulturerbes führte. Der Grund dahinter und die Bedeutung der Kaffeehäuser werden wie folgt erklärt:

„Die Tradition der Wiener Kaffeehauskultur ist durch eine ganz spezielle Atmosphäre geprägt. Typisch für ein Wiener Kaffeehaus sind Marmortischchen, auf denen der Kaffee serviert wird, Thonetstühle, Logen, Zeitungstischchen und Details der Innenausstattung im Stil des Historismus. Die Kaffeehäuser sind ein Ort, ‚in dem Zeit und Raum konsumiert werden, aber nur der Kaffee auf der Rechnung steht‘.“ (Unesco, 2011)

Etablierte Regeln oder Richtlinien zum Entwurf, nach denen sich die Kaffeehäuser orientieren sollten, gab es niemals, sondern die Gegebenheiten der Umgebung bestimmten die Außenerscheinung des jeweiligen Cafés. Trotzdem sind, besonders bei den Kaffeehäusern des späten 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts, immer wieder ähnliche Grundzüge anzutreffen, die man als „typisch“ charakterisieren kann. Beispielhafte Elemente sind die Ecklage im Parterre von einem Gebäude, welche in L-förmigen Räumen resultiert und große Fenster mit Sitznischen. Andererseits diktierten die wirtschaftlichen Verhältnisse und der Zeitraum der Eröffnung den Luxus der Inneneinrichtung, wo meistens folgende Elemente anzutreffen waren: große Spiegel, Marmortische mit gemütlichen Sesseln und prunkvolle Kristallluster. Diese Einrichtungselemente und die Einführung von internationalen Zeitungen und Billardtischen boten den WienerInnen und Besuche-

rinnenn aus der ganzen Welt einen Platz an, der als zweites Wohnzimmer zum stundenlangen Verweilen diente. Selbst sogenannte Kaffeehausliteraten machten ihre Stammlokale zu intellektuellen Versammlungsplätzen und kreativen Werkstätten, die den Autoren als Inspiration für Sozialstudien, Gelegenheitsliteratur und Feuilletons¹⁹ dienten.

Die sechs Cafés, die im folgenden Teil präsentiert werden, wurden zwischen 1876 und 2015 eingerichtet und eröffnet. Die Auswahl der Kaffeehäuser ist nach den Kriterien entstanden, dass sie durch gestalterische Merkmale die Zeit ihres Entstehens widerspiegeln und außergewöhnliche Architekturelemente besitzen, die für sie besonders sind. Einige Elemente können in anderen Kaffeehäusern ebenfalls aufgefunden werden, sind aber weniger prominent oder einfacher in ihrer gestalterischen Ausführung, weswegen Acht gegeben wird, die Besonderheiten der gewählten Kaffeehäuser angemessen zu akzentuieren und ihren Wert hervorzubringen.

4.1 Café Central

Abb. 45: Lageplan des Café Central. Adresse: Herrengasse 14, 1010 Wien

M 1:600



Café Central befindet sich im Parterre des Palais Ferstel, welches bei seiner Eröffnung 1860 als modernster Bau der Stadt galt. Das Palais ist nach seinem Architekten benannt, was im 19. Jahrhundert durchaus unüblich war. Bereits vor der Fertigstellung des Stadtpalais war der Architekt Heinrich von Ferstel zu einer architektonischen Berühmtheit geworden, da er 1855 den internationalen Wettbewerb für den Entwurf der Votivkirche an der Ringstraße gewonnen hatte. Kurz danach trat er eine längere Italienrei-

¹⁹ Ein Feuilleton ist ein populärwissenschaftlicher Aufsatz zu kulturellen Themen oder Essay

se an, deren ästhetische Einflüsse am Palais Ferstel deutlich ablesbar sind. (Villgratter, 2014) Das gesamte Gebäude steht, samt Brunnen im inneren Bereich, unter Denkmalschutz.

Die ersten Nutzer des Palais waren die Österreichisch - Ungarische Nationalbank und die Wiener Börse. Aus Platzgründen zog die Börse jedoch nach 16 Jahren in ein Gebäude am Schottenring und ließ den prächtigen Schaltersaal dem Kaffeehaus über. Ein Kaffeehaus war allerdings seit den ersten Entwürfen für das Gebäude geplant, der Raum wurde aber vorerst der Börse gegeben. Nach ihrer Verlegung zog schlussendlich das Central ein und wurde zu einem der wichtigsten Treffpunkte der Wiener Szene.

Mit der Machtübernahme der Nationalsozialisten wurde das Lokal arisiert und 1943 geschlossen. Erst 1970 begannen Überlegungen, das Palais Ferstel zu renovieren und neu zu beleben. Dies wurde auch realisiert und seit 1986 ist das Central eines der Aushängeschilder des Wien-Tourismus und fast schon eine Art Museum. (Kretschmer H. 2., 2006)



Abb. 46: Fassade des Palais Ferstel mit dem Café Central im Parterre

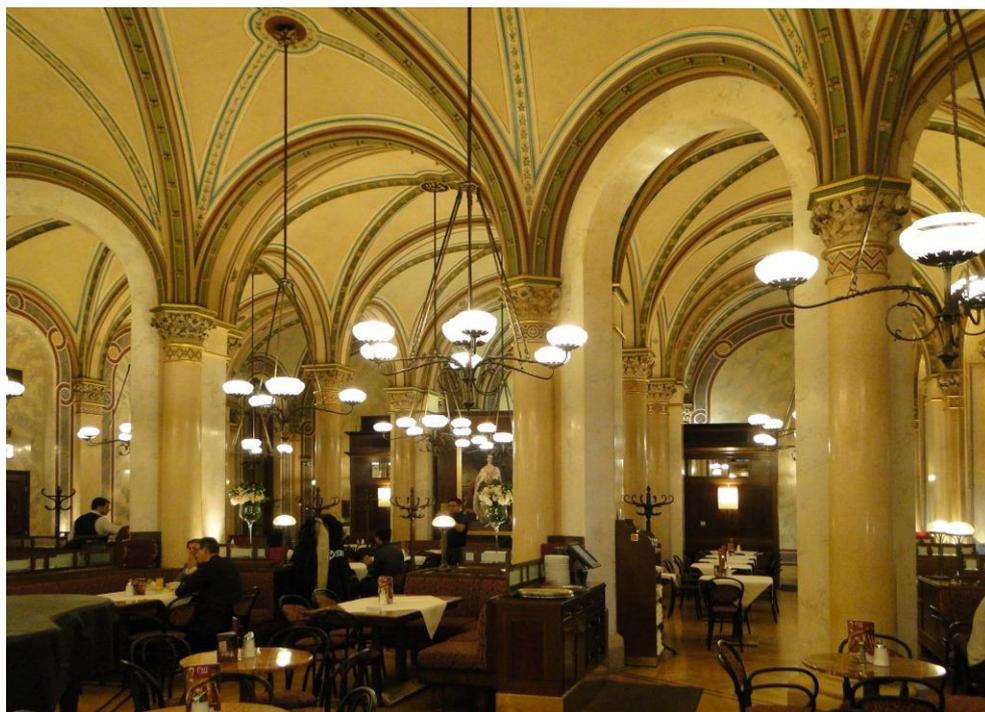
Stilistischer Grundzug des Gebäudes ist die toskanische Trecentoarchitektur²⁰, die durch Sandstein-Fassaden, basilikaartige Grundrisse, Marmorverkleidungen und häufig Rundbogenfenster gekennzeichnet ist. Die vertikale Gliederung der Fassade durch schlanke Pfeiler ist eine Eigenschaft die aus der Gotik übernommen wurde. Die typisierenden Merkmale der Gotik findet man vor allem im Sakralbau, da die Kirche als Haus Gottes galt und die christlich religiöse Idee verkörpern sollte. Die gotische Kathedrale wurde als lichtdurchflutetes Gotteshaus gestaltet, dessen Betonung auf der Vertikale, dem Streben zum Himmel, liegt. (Goruma) Die breiten horizontalen

²⁰ Als *Trecento* wird in Kunst und Literatur das 14. Jahrhundert in Italien bezeichnet. Diese ist allerdings keine Strömung, die sich in ganz Italien ausmachen lässt, sondern vor allem in der Toskana, in der Provence sowie in Mittelitalien. Ein berühmtes Beispiel des Stils ist der Schiefe Turm von Pisa.

Bänder an der Fassade führen die Inspiration aus der Architektur der Renaissance. Durch eine klare horizontale Gliederung der Renaissance-Bauwerke, die der Aufteilung in einzelne Stockwerke des Innenraums entsprechen, sollte der Blick des Betrachters angezogen werden. In Wien war zu dieser Zeit die Verwendung von Werkstein anstatt der üblicherweise verwendeten Ziegel als Baumaterial ausgefallen. Die mauerauflösende Funktion der Fenster durch ihre Zusammenfassung in jeweils drei Bögen ist aus venezianischen Palästen herzuleiten. (Wibiral & Mikula, 1974)

An der inneren Ausgestaltung arbeitete eine große Zahl von Künstlern unter der Leitung von Ferstel, der alle Details bis zu den Mustern der Tapeten selbst entwarf. Der Bau war von Ferstel von Anfang an als Materialbau geplant, d.h., die verwendeten Materialien wurden ihrer Eigenart entsprechend sichtbar verarbeitet. Die Wände in diesem Raum sind teilweise Nachahmungen des Wöllersdorfer Steins bzw. Stuckmarmor. Die Pfeiler bestehen aus Wöllersdorfer Stein, verkleidet mit Kunstmarmor in Sandfarben. Zwischen den Pfeilern in der Ebene der Schaufenster spannen sich die halbkreisförmigen Bögen, die die Kreuzgewölbe tragen. Die Pfeiler und Kreuzrippengewölbe halten das Erdgeschoß weitgehend frei von tragenden Wänden und schaffen so eine offene Raumeinheit.

Abb. 47: Interieur des Café Central



Die Wandflächen über diesen Bögen sind ebenfalls mit feinen Stuckornamenten in hellgrauer Farbe auf beigem Grund verziert, auf denen islamische Ornamente zu finden sind, die in italienischer Architektur vom Ende des 14. Jahrhunderts zu finden waren. Islamische Dekoration und Handwerkskunst wurde von venezianischen Kaufleuten durch Waren vieler Arten nach Italien gebracht. Die geometrischen Muster werden als mathemati-

sche Mosaik aufgefasset, die sich unendlich verlängern können und somit Unendlichkeit suggerieren.



Abb. 48: Wanddekorationen im Café Central

Der Kaffeehausbereich, von der Gebäudeecke betreten, ist eigentlich ein unregelmäßiger, asymmetrischer Raum, der durch einen sechseckigen Zentralraum optisch wieder regelmäßig erschlossen wird. Ferstel unterscheidet die verschiedenen Bereiche des Cafés durch das Mittel der Lichtführung. Der Zentralraum ist durch drei große Fensterwände belichtet, er wirkt hell und lädt zum Verweilen ein, dagegen ist die schräg einmündende Halle deutlich dämmeriger und tritt optisch zurück.

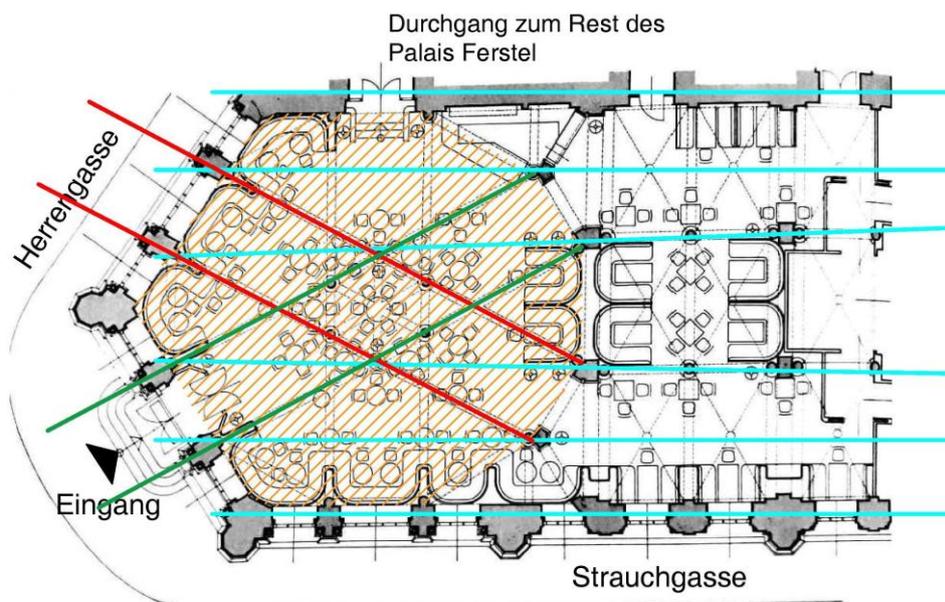


Abb. 49: Grundriss des Café Central mit Konstruktionsrastern und Raumkonzepten (ÖRAG, 1986, Nachbearbeitung Autorin)

In der Mitte, neben sechs mächtigen Säulen steht ein Klavierflügel. Viele Kaffeehäuser des 19. Jahrhunderts hatten Klaviere zum Musizieren und Unterhalten. Die Kaffeehausmusik hält sich stets im Hintergrund und ihre

Aufgabe ist die Suggestion von Wohlbehagen. (Saary, 2001) Im frühen Repertoire finden sich Werke namhafter Persönlichkeiten, bekannte Nummern aus Opern und Operetten sowie Gebrauchsmusik von unbekanntem Komponisten. Geradezu omnipräsent war die Musik von J. Strauß Sohn, doch nun gibt es kein aktuelles Repertoire, da neue Musik mit Kaffeehaus-Eignung fehlt. Vielmehr wählen professionelle Musikerinnen und Musiker populäre Stücke aus der Historie, ergänzt um Arrangements von amerikanischer Unterhaltungsmusik. (Saary, 2001) Das Café Central bietet täglich ab 17 Uhr live Klaviermusik für seine Gäste.

Abb. 50: Klavierflügel im Central



4.2 Café Sperl



Abb. 51: Lageplan des Café Sperl. Adresse: Gumpendorferstr. 11, 1060 Wien

M 1:600

Das Sperl ist eines der großen, traditionsreichen Wiener Kaffeehäuser und steht seit 1980 unter Denkmalschutz. Kaffeesieder Jakob Ronacher eröffnete das Café 1880, aber noch im selben Jahr wurde das Café Ronacher vom Cafétier Sperl übernommen und trägt seit jeher den heutigen Namen. Der jetzige Eigentümer übernahm das Lokal 1968 und arbeitete mit dem Bundesdenkmalamt und dem Architekten Nairz einen Plan zur Restaurierung der Räumlichkeiten aus. Es sollte die Patina erhalten bleiben, aber dennoch der Bequemlichkeit, der Hygiene und den modernen Ansprüchen gerecht werden. (Cafe Sperl) Das viergeschossige Zinshaus, in dessen Parterre es sich befindet, wurde vom Architektenteam Anton Groß und Wilhelm Jelinek, zusammen mit dem originalen Interieurs des Lokals, entworfen und gestaltet. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war das Sperl ein beliebter Treffpunkt der Künstler aus der nahen Secession, die hier einen eigenen Stammtisch hatten, und – als Gegensatz dazu – des Militärs der k.u.k. Kriegsschule.

Das Eingangsportal liegt an der abgeschrägten Gebäudeecke zwischen der Gumpendorferstraße und der Lehárgasse und wird von einem zweigeschossigen Erker überragt. Das Lokal wird durch einen aus dunklem Holz und Glas gefertigten Windfang betreten.

Abb. 52: die Fassade des Gebäudes mit dem Café Sperl im Parterre (Superbass / CC-BY-SA-3.0 (via Wikimedia Commons), 2012)



Im Inneren ist das Sperl in zwei große Flügel aufgeteilt: links ist ein länglicher Raum zum Zeitunglesen und Kaffeetrinken vorbehalten, während sich rechts ein rechteckiger Raum mit Billardtischen befindet. Wie bei vielen anderen Eckkaffeehäusern aus der Zeit sind die Räume stets im Erdgeschoss und wenn nötig in den darüber liegenden Geschossen untergebracht, jedoch niemals im Kellergeschoss, da der Kaffeehausgast „verlangt [...] zu sehen und gesehen zu werden.“ (Handbuch der Architektur, 1904) Die Wandflächen und Fensternischen im Café Sperl sind bis zur halben Raumhöhe mit einer dunklen, geometrisch strukturierten Holztäfelung verkleidet. Aufwändige Stuckarbeiten zieren die darüber liegenden Wandflächen und die Segmenttonnengewölbe der Platzdecke. An der Schmalseite der beiden Räume ist jeweils mittig ein großer, in dunklem Holz prunkvoll eingefasster Spiegel angebracht, der eine optische Vergrößerung des Raumes vortäuschen soll. Spiegel sind ein unvermeidliches Einrichtungselement, das seit dem 18. Jahrhundert in Kaffeehäusern zu finden ist. Der Einzug von kostbaren Spiegeln ins Wiener Kaffeehaus wird als Zeichen für die Verbürgerlichung von Spiegelsälen und –galerien, den Kernstücken der höfischen Repräsentationsarchitektur verstanden. (Heise, 1996)



Abb. 53: linker Raum im Café Sperl

Im rechten Raum befinden sich drei hintereinander stehende Billardtische und in raumhohe Rundbogenfenster eingepasste tiefe Sitznischen zum Verweilen. Ein Billardtisch dient als Ablagefläche für internationale Zeitungen, die den Gästen ganztägig zur Verfügung stehen. An den anderen kann man eine Partie Karambol oder Pool spielen. Billard ist eines der ältesten Spiele und ursprünglich als exklusive Freizeit-Beschäftigung der Kaiser und Könige entstanden. (Czeike, 2017) Es war ein Spiel zum Entspannen, während man sich unterhielt und Ideen austauschte. Nach der Verbreitung in die unteren Schichten der Bevölkerung gehörte es um die Mitte des 19. Jahrhunderts zum guten Ton, Billard zu spielen. (Czeike, 2017) Die Aufstellung von Billardtischen in Kaffeehäusern ist bereits seit 1745 geregelt und vom Staat versteuert.

Abb. 54: rechter Raum mit Billardtischen im Café Sperl



Das Gesetz besagte Folgendes: „...dass die Billards nirgends anderst wo, als in ihren zu ebener Erde auf die Gassen hinaus gewöhnlichermaßen errichtete Schenkgewölber oder in einem gleichen daran stoßenden Zimmer, wo jedoch die Fenster gleichfalls auf die Gassen gehen, halten, und so lang jemand Fremder bis zu der bestimmten Sperrstunde bei ihnen sich befindet, zur Abends- oder Nachtszeit nur innwendig die Vorhänge an den Fenstern vorziehen, nicht aber die Fensterläden zumachen sollen.“ (Gugitz, 1940) Das Spielen wurde bezahlt und mehrere Tische sorgten den Eigentümern für ein größeres Einkommen. Der Preis richtete sich nach der Art des Spieles, und ob eine Beleuchtung zusätzlich bezahlt werden musste. (Psutka, 2002) Die Billardtische im Sperl sind von der Firma Seifert und Söhne, einem der größten Hersteller aus der Zeit der Monarchie. Die Preise der Tische, die zurzeit im Privatbesitz sind und zum Verkauf stehen, bewegen sich im Preisrahmen von 2000€ und aufsteigend. Das Café Sperl ist eines der letzten in Wien, das noch immer Billardtische zum Spielen bietet.

4.3 Café Prückel



Abb. 55: Lageplan des Café Prückel. Adresse: Stubenring 24, 1010 Wien

M 1:600

Das Café Prückel ist ein Kaffeehaus unverwechselbaren Aussehens, das eine zeitlose Lässigkeit widerspiegelt. Ganz im Gegensatz zu anderen traditionellen Kaffeehäusern fasziniert es durch seine hohen, fast hallenartigen, lichtdurchfluteten Räume mit reinweißen Wänden, die teilweise von Boden bis Decke verspiegelt sind, um den Räumen mehr Breite zu geben. Es macht einen prächtigen Eindruck, und selbstverständlich spielt die optimale Lage an der Ringstraße eine wichtige Rolle in seiner Erfolgsgeschichte.

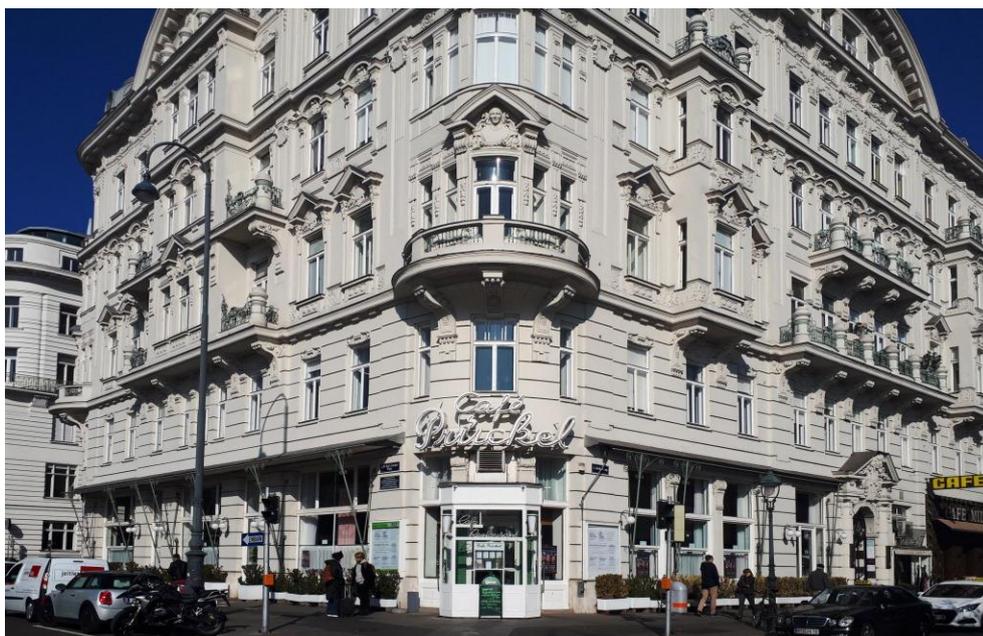
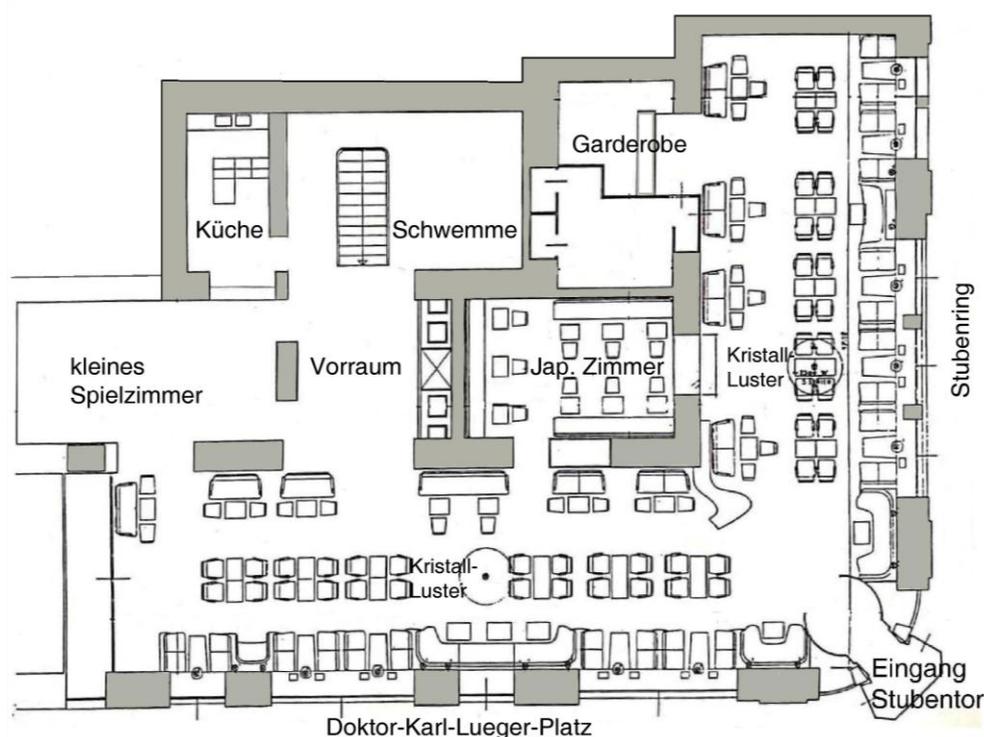


Abb. 56: Fassade des Café Prückel an der Ecke Parkring – Dr.-Karl-Lueger-Platz

Es wurde 1903, in der Zeit der blühenden Kaffeehauskultur, vom damaligen Radrenneuropameister Maxime Lurion eröffnet, aber schon nach zwei Jahren wechselte es den Besitzer und wurde von dem Cafétier Prückel verwaltet, der bis heute dem Café seinen Namen gibt. Es befindet sich im Parterre eines Miethauses am Stubentor und ist von drei Straßenseiten angeschlossen, in U-Form. Heute gibt es eine Glaswand, die den Raum in zwei Bereiche teilt: das Kaffeehaus in L-Form und das Spielzimmer an der Ecke zur Biberstraße. Das Café wird durch einen Windfang betreten, von wo es sich in zwei Raumarme gliedert. Die Stirnseite des rechten Raums ist eine Wand aus Spiegeln, die den Raum länger aussehen lässt, während sich am Ende des linken Raumes eine Glastür zum großen Spielzimmer befindet. Im Inneren des Cafés befindet sich ein kleinerer Raum, der das „japanische Zimmer“ genannt wird. Neben der künstlichen Beleuchtung an den Wänden wird es nur durch Mauerdurchbrüche belichtet, wodurch es intimer wirkt und Geborgenheit vermittelt. Der Vorraum ist mit zwei Tischen ausgestattet und dient den Eigentümern als Aufenthaltsraum. (Seidl, 1993)

Abb. 57: Grundriss des Café Prückel (Seidl, 1993, Nachbearbeitung Autorin)



Die originale gründerzeitliche Einrichtung wurde 1928 durch eine Art-Décor-Gestaltung ersetzt, die im zweiten Weltkrieg große Schäden erlitt. In den 1950er Jahren entschied man sich für eine grundlegende Neugestaltung, wofür der bekannte Architekt und Stammgast des Lokals Oswald Haerdtl eingestellt wurde. Haerdtl war einer der bedeutendsten Architekten aus dieser Zeit und war für seine Werke in der Wiener Werkbundsiedlung und der Gestaltung des Café Arabia am Kohlmarkt bekannt. Er verwandelte das Prückel in ein geschmackvoll eingerichtetes Kaffeehaus im Stil der 1950er Jahre. Die Stuckaturen von der alten Decke wurden abgerissen und der glatte Plafond in acht Meter Höhe wurde in das Prückel-Rosa mit weißen Streifen gestrichen.



Abb. 58: linker Raum im Café Prückel

Die unbeengte Anordnung der Möbel sorgt für eine gemütliche und angenehme Atmosphäre. Neben den Sesseln stehen Stehlampen mit Bambusfuß und kegelförmigen Lampenschirmen aus Lochblech, durch welche ein Wohnzimmercharakter entsteht. Der nüchterne 50er-Jahre-Stil wird durch große Gruppen von Grünpflanzen etwas aufgelockert, die in einem Holztrog stehen.

Als zusätzliche Beleuchtung dient pro Raumarm ein großer Kristallluster, der speziell für dieses Kaffeehaus von Haerdtl entworfen wurde. Die Kristallluster wurden von der Manufaktur Lobmeyr hergestellt, die in der Nachkriegszeit viele ähnliche Klassiker schuf und Kaffeehäusern einen Hauch Eleganz verlieh. Nach eigenen Worten des Herstellers sind Oswald Haerdtls Entwürfe einige der raffiniertesten und elegantesten, die Lobmeyr je produziert hat. Mit einfachen Archetypen und zarten Formen schafft er auf natürliche Weise leichte Produkte, die mit spannender Spannung gefüllt sind. Sie machen Lobmeyrs große Handwerkskunst sichtbar und greifbar, fordern sie heraus und testen dabei die Grenzen. (J. & L. LOBMEYR GmbH) Bei dem Luster im Café Prückel werden 40 Glühbirnen von einem Wagenrad-förmigen Messingring und einem Messingstiel gehalten und sind mit einer Schicht fein geschliffener Kristallstücke bedeckt. Der Luster hat einen Durchmesser von 114cm, wiegt 100kg und sein Wert wird auf 18 000€ geschätzt.

Abb. 59: Kristallluster im rechten Raum (wienenvogue.com)



4.4 Kleines Café

Abb. 60: Lageplan des Kleinen Cafés. Adresse: Franziskanerplatz 3, 1010 Wien

M 1:600



Mit versteckter Lage am Franziskanerplatz, in unmittelbarer Nähe von Geschäften und Menschenmassen, die durch die Innenstadt flanieren, fügt sich das Kleine Café in seinen Dimensionen in die intime städtebauliche Situation ein. Es stellt keinen Bestandteil einer Beislgasse oder eines solchen Viertels dar (Waller, 1993), und machte sich einen Ruf als Platz mit ruhiger Atmosphäre und entspannten Daseins. Es ist ein Vorzeigebispiel

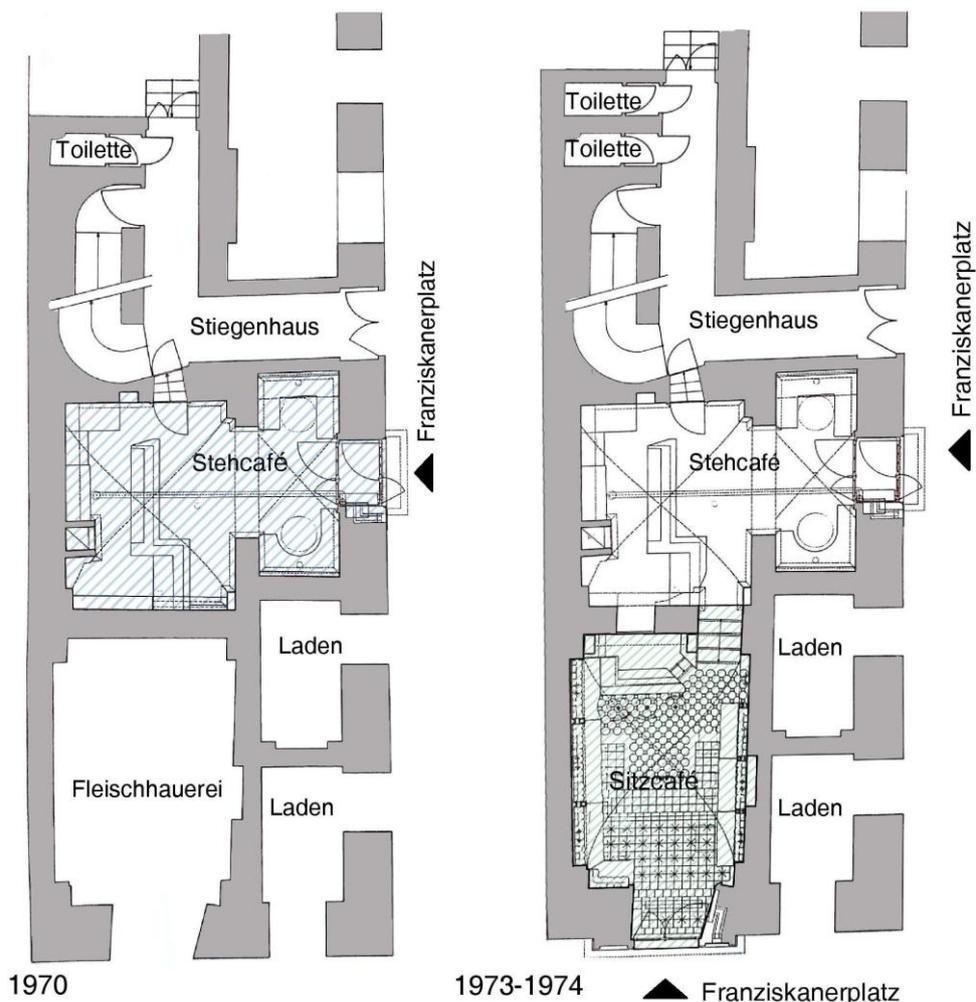
des Mottos seines Architekten, Hermann Czech, welches „Architektur ist Hintergrund“ lautet und zeigt fast 50 Jahre nach seiner Eröffnung eine Fortführung der Kaffeehauskultur, die zusammen mit den BesucherInnen einfühlend und intim koexistiert. Es war ein unkonventionelles Lokal mit kleinen Räumen und niedrigen Decken, das aber ohne Zweifel als Teil der Kaffeehausarchitektur in Wien aufgenommen wurde.



Abb. 61: das Kleine Café am Franziskanerplatz

Das Kleine Café hat zwei Eingänge von zwei Straßenseiten, zwei Höhenniveaus und wurde von 1970 bis 1985 in vier Ausbauphasen realisiert. Zuerst wurde der „untere Raum“ mit knapp 30m² eingerichtet, in dem bis heute nicht für mehr als zwei Tische und eine Bar Platz ist, an der die Stammgäste stehen. (Barbero & Rieger, 2017) Es wird von der Straße Franziskanerplatz betreten und hat eine einzige Öffnung, die zugleich Tür und Fenster ist. Die Decke des Raums besteht aus zwei ungleich großen Kreuzgewölben, die mit glänzenden Ölfarben bedeckt sind – einem Motiv, das Czech in englischen Pubs kennengelernt hatte. (Kuß, 2018) Die bis auf Türhöhe holzvertäfelten Wände, ein bekanntes Detail aus der Kaffeehausarchitektur, wurden ebenfalls glänzend gestrichen. 1973-74 kam der obere Teil des Cafés hinzu, welcher einen Eingang vom eigentlichen Franziskanerplatz hatte und mit dem ersten Raum durch einen Wanddurchbruch verbunden ist, in den vier Stufen eingesetzt wurden. Der Fußboden des hinzugewonnenen Raums liegt wie der Platz rund 60cm höher, das Gewölbe jedoch setzt sich in gleicher Lage fort, so dass sich ein „gedrückter“ Raum ergibt.

Abb. 62: Darstellung der ersten und zweiten Ausbauphase des Kleinen Cafés (Hermann Czech, Nachbearbeitung Autorin)



Daraus entstand die grundsätzliche Konzeption, dem „Stehcafé“ ein „Sitzcafé“ anzuschließen, wo sämtliche visuelle Informationen auf den Bereich unterhalb der Augenhöhe aufgestellt wurden. Die Sitzbänke sind in übereinander liegenden Wandnischen eingesetzt und zusammen mit bewegbaren Tischen und Sesseln können unterschiedliche Tischgruppen entstehen. Über den Rückenlehnen befinden sich Spiegel aus Kristallglas, die mit den Spiegeln auf der anderen Seite des Raumes eine Illusion einer Wandöffnung liefern und so einen Eindruck anschließender Räume schaffen und das eigentliche Raumvolumen vergrößern. Neben den Sitzbänken werden viele andere Elemente aus traditionellen Wiener Kaffeehäusern aufgefunden: Marmortische, Bugholzsessel und hängende Zeitschriften. Der Fußboden im vorderen Teil des Raums war Bestand, jener im hinteren Teil wurde mit achteckigen Bodenfliesen von einem Abbruch ergänzt. Die Vielfalt an Formen, Motiven und Farbtönen stellen ein direktes Gegenstück zur schlichten, einheitlichen Decke dar. Das 1880 entstandene Portal des neuen Cafés und einer ehemaligen Fleischhauerei wurde türkis-grün gestrichen und das Geschäftsschild, samt Schriftart, von Czech entworfen. Als Ausführungstechnik wurde Hinterglasmalerei gewählt, die eine typische Technik für Geschäftsschilder des 19. Jahrhunderts war. (Aynsley, 2013) Hier werden Motive an der Rückseite der Glasplatte mit Wasser-, Öl-, Tempera- oder Kaiseinmalerei bemalt. Eine solche Ausführung intensiviert

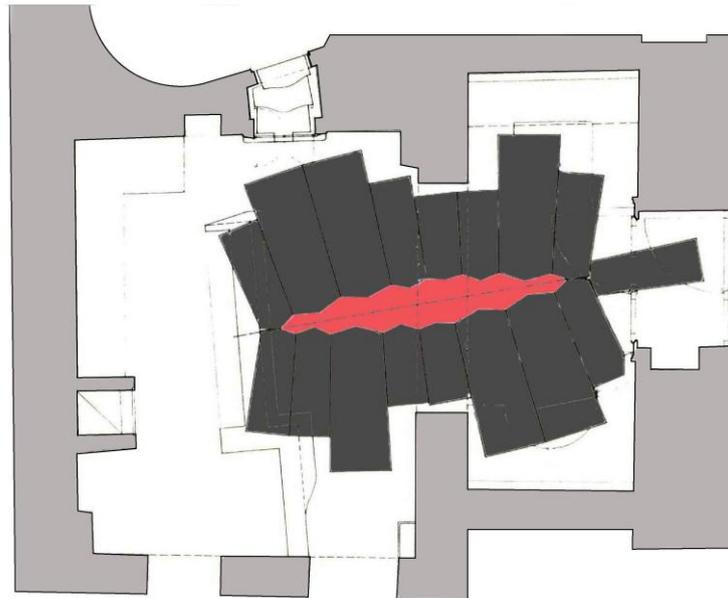
die Farben und verleiht dem Kunstwerk einen dauerhaften Glanz. Anders als bei anderen Techniken, verläuft das Malen in seitenverkehrter Richtung. Diese Herangehensweise bot den KünstlerInnen mehr Freiheit in der Darstellung, da z.B. Logos und Zeichen abgebildet sein konnten, die ein typischer Schriftschnitt nicht ermöglichte.



Abb. 63: Eingangsschild vom Kleinen Café

Einige Jahre später, 1977, gab es in Wien den Vorschlag des Künstlers Karl Prantl, den Stephansplatz mit Platten aus ausrangierten Grabsteinen von Wiener Friedhöfen zu pflastern. (Kuß, 2018) Diese Idee übernahm Czech und setzte am Boden des unteren Raumes mit der Inschrift nach unten gerichtete Grabsteine ein. Die Platten wurden möglichst ohne Gestaltverlust nach ihrer eigenen Logik verlegt, wodurch das nun sichtbare Muster entstand. Dieses eröffnet – so Czech – unterschiedliche Assoziationsfelder: Die von den Platten umschlossene Figur ähnelt einem Erdsplatt, der das Thema des Todes symbolisiert, das bereits in den Grabsteinen enthalten ist. Weiters erinnerte die Form Czech an die Haut, das Fell von Großwild, wie es mitunter als Teppich verwendet wird (Kuß, 2018), was einen Draht zum ursprünglichen Besitzer des Cafés hatte, der Jäger in Afrika war. Wenn man aber die Gestaltung des Bodens mit der Geschichte des Wiener Kaffeehauses in Beziehung setzt, drängen sich auch Verbindungen zur österreichischen Geschichte der Vertreibung und Ermordung eines Großteils der bekannten, in ihrer Mehrheit jüdischen Kaffeehausbesucher und –besitzer der Jahrhundertwende und der Zwischenkriegszeit auf. (Kuß, 2018)

Abb. 64: Verlegung der Grabplatten im unteren Teil (Hermann Czech, Nachbearbeitung Autorin)



Die nächste große Maßnahme, die im Kleinen Café unternommen wurde und auch die jetzige Situation darstellt, war der Einbau von Toiletten, die sich davor in dem Stiegenhaus des Hauses befanden, in dessen Erdgeschoß das Kaffeehaus untergebracht ist. Im ehemaligen Gassenladen neben dem ursprünglichen Eingang ins Kleine Café wurde ein Sanitärbereich ausgebaut, der jetzt vom Inneren des Cafés begehbar ist. Der Zugang zum ehemaligen WC wird stiegenhausseitig zugemauert und in Folge als Schrank genützt. Ein gewölbter Durchgang, direkt neben den Stufen, die die zwei Räume verbinden, führt zu einem Vorraum, in dem sich symmetrisch im Winkel von ca. 150 Grad Eingangstüren zu zwei Toiletten befinden. Es ist interessant zu bemerken, wie die Kabine im Männer-WC (oben) fast zur Gänze in die Breite der Außenwand eingepasst ist.

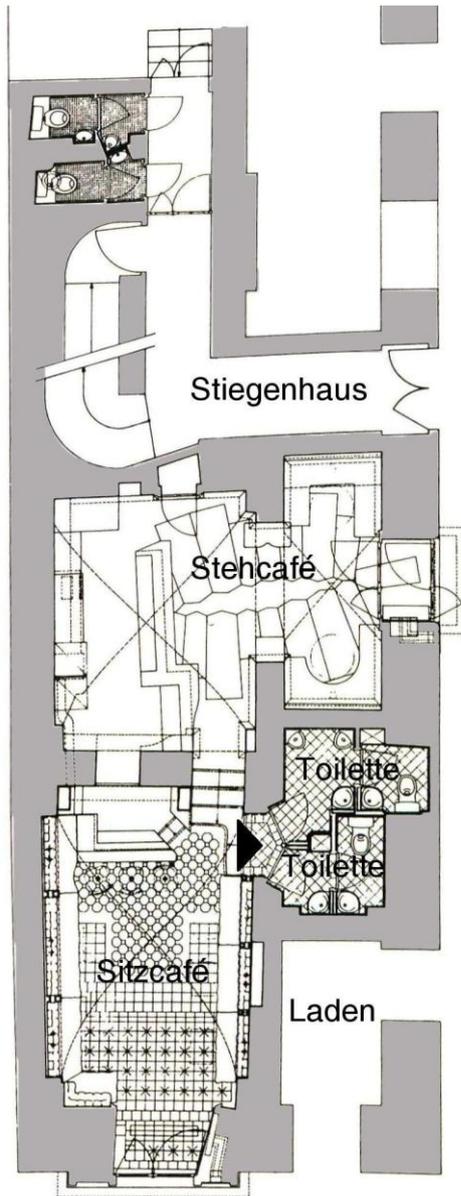


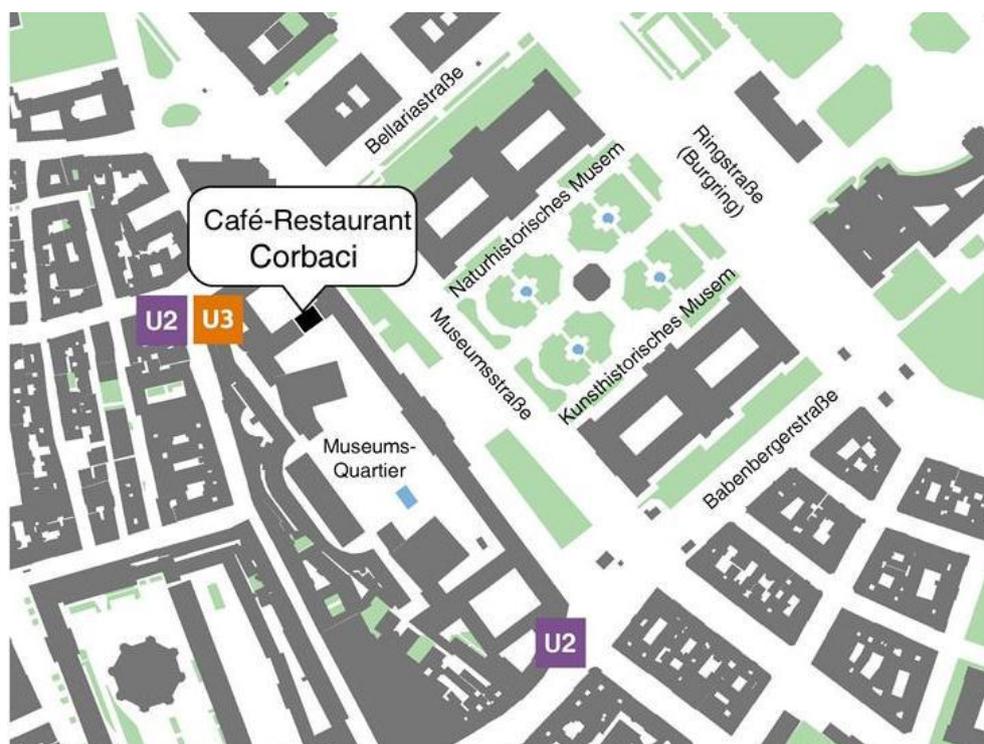
Abb. 65: Grundriss der letzten Ausbauphase mit eingebauten Sanitärbereich (Hermann Czech, Nachbearbeitung Autorin)

1985

4.5 Café-Restaurant Corbaci

Abb. 66: Lageplan des Café-Restaurants Corbaci. Adresse: MuseumsQuartier, Museumsplatz 1, 1070 Wien

M 1:600



Die Räume des heutigen Café-Restaurant Corbaci wurden 2001 für das damalige Café Una gestaltet und entworfen und wurden bei der Übernahme vom neuen Eigentümer 2011 nicht verändert. Obwohl es kein Kaffeehaus mehr ist, spiegelt das Café-Restaurant doch die Werte eines Cafés mit einladendem Ambiente und freundlichen Obern auf moderne Art und Weise wieder, wo man in Ruhe sitzen und reden kann. Für den Entwurf und die Gestaltung des Café-Restaurants im MuseumsQuartier (MQ) waren die französischen Architekten Anne Lacaton und Jean Philippe Vassal verantwortlich.



Abb. 67: Fassade des Café-Restaurants Corbaci im MuseumsQuartier

Das Corbaci befindet sich in der Erdgeschosszone des MQ, dessen Gastraum ein rechteckiger Saal mit direktem Bezug zu den Außenräumen des Geländes ist und in Richtung Nord-Süd durch große Fensterflächen belichtet ist. Eine rohe, unverputzte Betonziegelwand trennt den Küchenbereich vom Gastraum ab. Im rückwärtigen Teil sind die Küche, die WCs sowie im Zwischengeschöß die Nebenräume untergebracht.

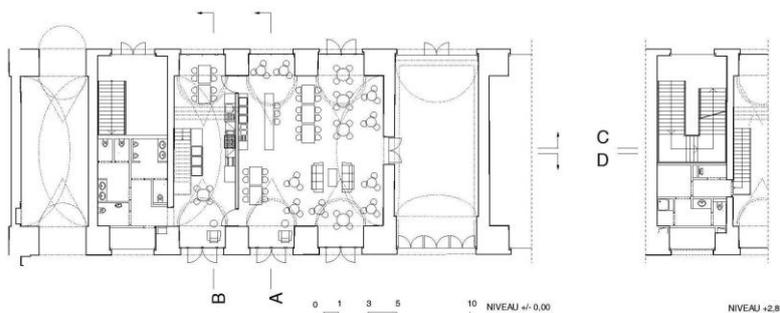


Abb. 68: Grundrisse für das Café Una, späteres Corbaci (Lacaton & Vassal)



Abb. 69: Schnitte für das Café Una, späteres Corbaci (Lacaton & Vassal)

Die Innengestaltung ist bewusst sehr schlicht gehalten, mit einem Betonboden und Möbeln aus der Serienproduktion der Firma Hussl Möbel aus Tirol. Anders als bei traditionellen Kaffeehäusern gibt es keine Sitzlogen, in denen sich die WienerInnen „verkriechen und granteln“ können. (Mischkulnig, 2017) Das Stuhlmodell ST6 ist ein Stuhl für wenig Platz und hohen Anspruch. Der Stuhl ist schön, stabil und knüpft in seiner Form an die Tradition österreichischer Kaffeehäuser an. Die rechteckigen Tische des Modells TC4 sind durch solide handwerkliche Ausführung in Massivholzkonstruktion und strapazierfähige Oberflächen ideal für den Gebrauch in der Gastronomiebranche geeignet. Sie sind stabil, leicht und gut zu bewegen. (HUSSEL Sitzmöbel GmbH & Co. KG) Die unterschiedlichen Rückenlehnen und farblichen Kombinationen der Einrichtung machen die einzigen Akzente im unteren Bereich des Raumes aus.

Abb. 70: die Einrichtung im Café-Restaurant Corbaci



Das Herzstück des Cafés, weswegen es als „der vielleicht schönste Ort des neuen Wiener Museumsquartiers...“ (Neue Zürcher Zeitung, 2001) bezeichnet wird, ist die spektakulär blau gemusterte Fliesendecke mit türkisch-orientalischen Ornamenten, die luftig über den Köpfen der Besucher hängt. Die Architekten hatten als Reaktion auf die großen Baukörper die Idee, etwas sehr Leichtes und Erfrischendes zu machen. Mit dem massiven Ziegelgewölbe aus dem Bestand kam die Entscheidung, einen „Himmel“ in den Raum zu hängen. (Architekturzentrum Wien 1) Den Architekten zufolge war diese Maßnahme auch eine Hommage an die ehemalige Nutzung des Geländes als kaiserliche Ställe, wo die Einführung eines verspielten Elementes als Widerstand zur militärischen Architektur steht, die früher an diesem Ort herrschte. (Lacaton & Vassal)



Abb. 71: ein Foto der Fliesendecke, der die Flächen-größe des Gewölbes betont und die prägnante Idee des gehängten Himmels illustriert (Hertha Hurnaus)

Das Muster der Deckenfliesen wurde in Zusammenarbeit mit der in Wien lebenden türkischen Künstlerin Asiye Kolbai-Kafalier speziell für diesen Raum entworfen und soll einen ornamentalen, lichten Himmel darstellen. Die Kacheln mit Arabesken und Blumengirlanden intensiver kräftiger Farben wurden von der Firma Gorbon Keramik in Istanbul von Hand bemalt. Das Mosaik an der sechs Meter hohen Decke hat eine Fläche von 350m². Die Oberflächen und auch das Gewölbe stellen für das Café-Restaurant eine raumakustische Herausforderung dar. Zur Verbesserung der Raumakustik wurden die Fliesen derart verlegt, dass sie nur mittig am Gewölbe-Untergrund haften und kleben, sodass sie in der Gewölbe-Oberfläche nicht mehr völlig schallhart reflektieren und fokussieren, und um die Halligkeit des ursprünglichen Gewölberaumes weitgehend zu beseitigen. (Architekturzentrum Wien 2, 2001)

4.6 Salonplafond

Abb. 72: Lageplan des Salonplafonds. Adresse: Stubenring 5, 1010 Wien

M 1:600



Das folgende Lokal existiert heute als Restaurant, aber es wurde trotzdem für den Aufgabenbereich der Arbeit gewählt, da es einst als Café eingerichtet wurde und einen hohen architektonischen Wert besitzt. Die Umwidmung und Neueröffnung erfolgte im Jahre 2015, weswegen es im Rahmen dieser Arbeit als das jüngste Beispiel bezeichnet wird. Das Lokal befindet sich in einem ehemaligen Ausstellungsraum des Museums für angewandte Kunst (MAK) aus 1871 in einem Gebäude von Heinrich von Ferstel, der auch das bereits erwähnte Palais Ferstel unterzeichnet. Das Gebäude im Stil der Neorenaissance war bei seiner Errichtung eines der künstlerisch konsequentesten öffentlichsten Gebäude der Ringstraße. (Grafe, 2007) Eigentlich wurde das Salonplafond schon Anfang der 1990er Jahre von Hermann Czech unter dem Namen MAK Café entworfen und als modernes Kaffeehaus eingerichtet. Das MAK Café war mit einer subtilen und durchdachten Einrichtung möbliert, die den Bestand beehrte, und die traditionellen Elemente des Wiener Kaffeehauses neu erfand und für die zeitgenössische urbane Kultur anpasste. (Grafe, 2007) Nach etwa fünfzehn Jahren im Betrieb wurde es 2005 geschlossen und von einem Kettenrestaurant mit österreichischer Küche ersetzt. Dessen Stilllegung 2015 schuf letztendlich Platz für das heutige Salonplafond mit neuen Eigentümern, die nach einer modernen Interpretation des traditionellen Wiener Wirtshauses strebten. (tellerberg GmbH) Das Restaurant beherbergt den großen Gasträum, sowie einen im Innenhof liegenden versteckten Gastgarten mit Außenbar und Liegestühlen in der großen Wiese.



Abb. 73: Eingang ins Salonplafond im Erdgeschoß des MAKs

Der Raum mit Dimensionen von etwa 10 x 30m mit mehr als sechs Meter hohen Holzdecken schaut sowohl auf die Ringstraße, als auch auf den Hintergarten des Museums und ist von drei Seiten durch große Fenster natürlich belichtet. Obwohl der Fußboden fast 2 Meter über der Ringstraße liegt, ermöglichen die großen Fensterflächen einen Bezug zur Umgebung und erinnert an die Parterre-Lage der Wiener Kaffeehäuser. Der längliche Raum ist in drei Bereiche gegliedert, deren Nutzung für verschiedene Teile des Tages mit unterschiedlicher Aufenthaltsdauer angepasst ist. Der Eingangsbereich ist als ein Deli angedacht, der von einem großen, 1500 Kilo schwereren Arbeitstisch mit Onyxmarmor als Platte dominiert wird. Der Tisch dient als Anrichte und Arbeitsplatte zur Zu- und Anbereitung von kleinen Speisen; er kann aber auch ggf. Sitzplätze für 20 Personen anbieten. Weiters befindet sich der Sitzbereich in der Raummitte und ist von langen Sitzbänken mit alternierenden einfarbigen und bunten Mustern geprägt. Als Raumteiler zwischen dem Eingangsbereich und dem anschließenden Restaurant fungiert eine lange Küchenkredenz, die einen Hauch von Wohnzimmergemütlichkeit verleiht. Zum Garten hin befindet sich dann ein freistehender Barbereich mit hinterleuchtetem Glas, der über die Terrasse direkt in den Hintergarten des MAKs führt. Um die Bar herum steht eine passend hohe Bank im gleichen Muster wie im Essbereich.

Abb. 74: Sitzbereich und Bar im Salonplafond (Johne, 2018)



An der abgrenzenden Innenwand zum Museum erlauben kleine Rundfenster Streifblicke in die Ausstellungsräume und verleihen dem Museum eine streng kontrollierte, theatrale Präsenz, als würde man es durch eine Lupe betrachten. (Grafe, 2007) Die Wände im Raum sind sehr schlicht und ohne Dekoration, da der Raum einst ein Ausstellungsraum war und nicht Aufmerksamkeit auf sich ziehen durfte. Der historische Boden ist als eichener Friesboden ausgeführt.

Das Design und Interieur des Restaurants wurde von dem Architekten Michael Embacher gestaltet: ein gemütliches Ambiente, orientiert am traditionellen Wiener Wirtshausstil, mit historischen Möbeln. Im Salonplafond findet man nämlich echte Stühle von Oswald Haerdtl, nachgebaute Lederstühle von Ernst Schwadron und originale Stoffe von Josef Frank. Der 1885 in Baden bei Wien geborene Josef Frank zählt nicht nur zu den bedeutendsten österreichischen Architekten des 20. Jahrhunderts, sondern mit seinen Entwürfen für Textilien und Möbel auch zu den Gestaltern der Moderne, denen das internationale Design bis heute wichtige Impulse verdankt. (MAK 1) Die Möbelstoffe, die im Salonplafond aufzufinden sind, stammen aus der Serie „Mirakel“, die von der schwedischen Firma Svenskt Tenn produziert wurden, für die er mehr als 160 Druckmuster auslegte die zum größten Teil fantasievolle botanische Motive hatten. Für Josef Frank war die Verwendung von Farben und Formen der Natur in der Innenarchi-

tektur eine Möglichkeit, in geschlossenen Räumen zu atmen und sich frei zu fühlen. Der Mirakel-Druck bekam wahrscheinlich seinen Namen nach Josef Franks Kommentar: "Es war ein Wunder (Mirakel), dass so eine kleine Wiederholung die Quelle von etwas so Großartigem sein konnte". Mirakel ist einer seiner frühesten Drucke, die in den späten 1920er Jahren entworfen wurden. (Svenskt Tenn)



Abb. 75: das Druckmuster Mirakel entworfen von Josef Frank

Das architektonische Hauptmerkmal aus dem Bestand ist die denkmalgeschützte Kassettendecke aus Holz, die aus vertieften Feldern zwischen querüberlaufenden Balken besteht und auch die Inspiration für den Namen des neuen Restaurants darstellt. Die Stuckbalken und -paneele sind stark ornamentiert und farbig bemalt in Sand-, Grün- und Goldtönen. Diese prachtvolle Art der Deckenverzierung war ein ungewöhnliches Element in der Zeit seines Entstehens, da weiße, mit Gold verzierten Stuckplafonds fast überall zu sehen waren. (Milde) Der große Plafond schafft eine elegante, schlichte und gleichzeitig prachtvolle Atmosphäre. (MAK 2)

Abb. 76: die Decke im Salonplafond



5 AR-App für Smartphones zur Architekturvermittlung von Kaffeehäusern

Der vorliegende Teil der Arbeit fasst alle bisher dargelegten theoretischen Grundlagen zusammen und stellt die Umsetzung von Architekturvermittlung durch ein Serious Game in Form von einer Augmented-Reality-Smartphone-App vor. Die Vermittlung von Architekturwissen vor Ort beruht noch immer auf traditionellen Abläufen – besuchen, betrachten, nachlesen und Vorträge anhören. Durch den immer präsenteren Einsatz von AR in allen Sphären des Lebens ist es von großem Nutzen, ihre Gebrauchstauglichkeit auch in der Architekturvermittlung zu erforschen. Mit dem Mehrwert von AR und einem spielerischen Ansatz soll eine neue Methode der Architekturvermittlung entstehen, die einer breiten NutzerInnengruppe angepasst ist, direkt an den Objekten stattfindet und deren Dauer nach persönlichen Bedürfnissen bestimmt wird. Die Lernenden sollen durch spielerische Designelemente in einer Smartphone-App motiviert werden, sich das Wissen selbstständig anzueignen und von puren ZuschauerInnen zu aktiven Teilnehmern des Vermittlungsprozesses werden. Augmented Reality hat die Möglichkeit, Gebäude und Architekturelemente zu einer virtuellen Plattform für das Lernen zu machen, indem sie sich als Auslöser für die Anzeige von Informationen verhalten. Das Lernerlebnis wird durch die Anreicherung der visuellen und hörbaren Perzeption der Umgebung verstärkt und abstrakte Konzepte oder unbeobachtbare Phänomene werden zu wahrnehmbaren Gegenständen. Der Medien-Mix führt fast unausweichlich zu Überraschungsmomenten, weswegen TeilnehmerInnen zur gesteigerten Aufmerksamkeit angeregt werden. Dem architekturaffinen Besucher soll durch das Überlagern von Informationen auf gewisse Aspekte der Architektur hingewiesen werden, was herkömmliche Arten der Architekturvermittlung nicht umsetzen können. Mit einfacher Bedienung und dynamischem Wissensaustausch werden aktiv beide Seiten, der Nutzer und das Objekt, in den Vermittlungsprozess einbezogen, denn ohne das eine oder das andere kann keine Interaktion stattfinden und das Lernen fällt aus.

Die Umsetzung der App durch ein Serious Game hat als Ziel, die Durchführung des Lernens aufzulockern und bietet einen motivierenden Ansatz, sich im Spiel fortzubewegen und neue Plätze zu erkunden. Eine solche Gestaltung der Methode der Architekturvermittlung gibt der realen Aufsuchung eine abenteuerliche Note, denn die Fortschritte der Spielenden spiegeln sich in Echtzeit am Smartphone wieder, indem beispielsweise ein Kaffeehaus einem *Level* im Spiel gleicht. Ähnlich wie bei der App Geocaching, wo Teilnehmer sich mit Hilfe von Koordinaten und einem GPS-Gerät bzw. einem GPS-fähigen Smartphone auf die Suche nach von anderen NutzerInnen versteckten Schätzen begeben, soll die Spielerin auf eine Entdeckungsreise in der eigenen oder einer neuen Stadt gehen, wo ihr Hinweise für das Finden von Objekten vorgegeben sind. Indem das Spielen auf einen

realen Kontext erweitert wird, soll der Lernprozess gefördert werden. Die Verknüpfung mit der wahren Umgebung soll sich auf die Veränderung der Prioritäten und Entscheidungen der NutzerInnen im Spiel auswirken.

5.1 Das Spielkonzept

Das Konzept des Serious Games in der App ist an eine abgewandelte Form einer Schnitzeljagd angelehnt. Bei einer Schnitzeljagd dreht sich das gesamte Spiel um das schrittweise Lösen von Aufgaben, an deren Ende das Finden eines Schatzes steht. Je nach Aufbau und Organisation können die „JägerInnen“ an verschiedene Orte geführt werden, die man bei der Suche nach Hinweisen auf eine ganz neue Weise perzipieren kann. Indem die Hinweise als fordernde Aufgaben und knifflige Rätsel vorbereitet werden, wird der Spaßfaktor hervorgebracht, der das Interesse für eventuell unbeliebte Aktivitäten wecken kann. Die App trägt den Namen „AR Melange“ und kreuzt dabei drei Punkte ihres Hintergrunds an: ARchitektur, Augmented Reality und Kaffeehäuser. Zudem ist der Name eine Anspielung auf die klassisch Wienerische Redensweise „A Melange“ für „ein Melange“, sodass er auch einen starken örtlichen Bezug zum Spiel suggeriert.

Das Konzept von AR Melange wird durch das Antworten folgender Fragen erörtert:

1. Wer nimmt am Spiel teil?
2. Womit wird die Architekturvermittlung durchgeführt?
3. Wie läuft das Spiel ab und wohin werden die NutzerInnen angeleitet?
4. Was wird gelernt?
5. Welche Spieldesign-Muster sind in der App aufzufinden?
6. Wann ist man am Ziel angekommen?

Architekturinteressierten Personen, BewohnerInnen oder BesucherInnen von Wien, die sich zum ersten Mal mit der Architektur von Kaffeehäusern beschäftigen und danach streben, wertvolles Wissen zu erlangen, wird in diesem Projekt eine Lösung bereitgestellt, die sie mit strukturiertem Inhalt und Grundlagen für das Verstehen, Analysieren und Interpretieren von Architektur versorgt. Der Umfang und Detaillierungsgrad der vermittelten Angaben wird für Laien zugeschnitten, um so ein breites Publikum mit unterschiedlichen Vorkenntnissen zu erreichen. Vor allem individualistische Personen aller Bildungsniveaus und aus allen Altersgruppen, die selbständige Erkundungen unternehmen, ihre Zeit nach eigenen Präferenzen einteilen und gerne mit „hands on“ Methoden lernen, sollen sich vom Spiel angesprochen fühlen.

Wegen seiner Verbreitung und praktischen Anwendbarkeit wird die im Rahmen dieser Diplomarbeit entwickelte App für die Anwendung am

Smartphone bzw. Tablet optimiert. Es ist von großer Wichtigkeit, dass den NutzerInnen das eigene Endgerät schon bekannt ist, sie mit dem Umgang mit Apps vertraut sind und auf die App jederzeit zugegriffen werden kann, sodass der Einstieg in die AR-Welt natürlich und ohne jegliche Hindernisse verläuft. Für die Verwendung der App ist keine Internetverbindung notwendig, also muss von den NutzerInnen nur sichergestellt werden, dass der Akku des Smartphones aufgeladen ist und dass sie Kopfhörer mitgebracht haben.

Die App soll den SpielerInnen die Kaffeehausarchitektur näher bringen, also werden sie durch die Innenstadt Wiens geführt und nacheinander zu den ausgewählten Kaffeehäusern geleitet, die signifikante Merkmale haben, um vor Ort über sie zu lernen. Dementsprechend wird auch chronologisch in die Geschichte eingestiegen, vom ältesten Kaffeehaus wird die Architekturentwicklung bis hin zur Gegenwart verfolgt. Alle Kaffeehäuser sind wenige Gehminuten voneinander entfernt, den NutzerInnen wird aber trotzdem auf einer Karte ebenfalls die Verbindung mit öffentlichen Verkehrsmitteln angezeigt, was besonders für Nicht-WienerInnen von Bedeutung ist. Nachdem die App auf dem Endgerät installiert und geöffnet wurde, wird der Spieler mit der Grundidee hinter dem Spiel bekannt gemacht – dem Ablauf und dem Typ der Informationen, denen er begegnen wird. Danach weist das einzige Kaffeehaus auf einer Karte von Wien auf, wo sich der Ausgangspunkt des Spieles befindet. Wird die App im jeweiligen Kaffeehaus initiiert, werden dem Nutzer Hinweise gegeben, um das Spiel zu starten und nach den Architekturelementen zu suchen, sie zu augmentieren und über die Architektur zu lernen. Mit jeder Lösung²¹ werden Punkte gewonnen, die die nächste Ebene freischalten und den Spieler über sein nächstes Ziel informieren. Eine Hierarchie der Ebenen im Sinne von immer komplexer werdenden Aufgaben gibt es nicht, die Aufteilung in Ebenen dient zum Erregen des *Sense of Accomplishment*²² und der Vorfreude auf das nächste Ziel. Die Absolvierung der Ebenen ist nicht zeitlich begrenzt. Diese Eigenschaft hat auch einen Bezug zur Kaffeehausstradition, wo die BesucherInnen oft in ihre Tätigkeiten so vertieft waren, dass sie das Vergehen der Zeit nicht bemerken würden. Es ist nur vorgesehen, die App zwischen den Besuchen der jeweiligen Kaffeehäuser zu schließen, wobei der Fortschritt und der Punktestand selbstverständlich gespeichert werden.

²¹ Das „Lösen“ bezieht sich in diesem Kontext auf das Finden des Architekturelementes, zu welchem der Hinweis führt

²² dt.: Gefühl der Erfüllung

Abb. 77: Übersichtskarte aller Kaffeehäuser und deren Verbindungen

M 1:1785



Den NutzerInnen wird durch Hinweise geholfen, die Lösungen zu finden und mittels Augmented Reality Wissen über die spezifischen Architekturelemente vermittelt zu bekommen. Die Gesamtheit der Informationen ist in drei Abschnitte geteilt. Als erstes machen „Außeninformationen“ die SpielerInnen vor der Begehung mit ersten Angaben vom Kaffeehaus bekannt, wie dem Baujahr und dem Namen des Architekten, und ggf. auch Gestaltungselementen der Fassade. Im Inneren des Cafés werden den NutzerInnen Grundrisse und Schnitte in AR gezeigt. Dies bedeutet, dass die Zeichnungen als virtuelle 3D-Elemente im Kameraumfeld erscheinen, und die SpielerInnen die Möglichkeit haben, architektonische Unterlagen und die gebauten Werke nebeneinander zu betrachten und zu studieren. Der dritte Abschnitt befasst sich mit „Inneninformationen“, d.h. es werden Kenntnisse von konkreten Architekturelementen, die sich im Interieur des Kaffeehauses befinden, vermittelt. Es wurden prägnante Elemente als Zielobjekte definiert, so dass in der App über Möbel, Lichtkörper, Deckengestaltungselemente, Materialien, Baustile, Raumaufteilungen usw. gelernt wird.

Die Hinweise, die zu Anfang jedes *Levels* gegeben werden, leiten die SpielerInnen zu Architekturelementen, die später augmentiert werden sollen. Die Idee dahinter ist, durch die Motivation, die Elemente zu finden und durch die Bewegung im Raum bei der Lösung einen persönlichen Draht zum Ort zu entwickeln und den Raum aus der Perspektive eines Architekten zu betrachten, wo jedes Detail eine Geschichte erzählt. Die erfolgreiche Teilnahme am Spiel bringt in den Spielenden ein Gefühl positiver Bestätigung hervor und bringt sie dazu, sich im Raum präsenter zu fühlen, während sie über die Architekturgeschichte lernen. Nachdem das Interesse geweckt wurde, wird der Stoff mit Freude und Leichtigkeit aufgenommen und analysiert. Muster für Informationen, Kommunikation und Präsentation findet man im Spiel in Form von Informationen zum Spielfortschritt. Eine Leiste am oberen Teil des Bildschirms wird die NutzerInnen durchgehend

im Spiel über ihren Spielstand informieren. Dort werden Fortschritt, Punktestand und aufgabenspezifisch sachdienliche Angaben angezeigt. Da es sich um Wissensvermittlung und den Prozess der Wissensaneignung handelt, ist das Vergleichen von Punktständen oder ein Wettkampf zwischen mehreren NutzerInnen unnötig und irreführend. Zu guter Letzt wird der motivierende Einfluss von Punkten erläutert, die als Kernelement des Spielens (*gameplay*) in Form von Aktions- und Ereignismustern vorkommen. Belohnungen werden als Konstrukt des Behaviorismus zur Erhöhung der extrinsischen Motivation²³ verwendet und dienen in angewandter Form dazu, bestimmte Verhaltensänderungen zu bewirken. (Schuller, 2015) Die SpielerInnen erhalten sofortiges Feedback für ihre Handlungen und fühlen sich involviert in das Spielgeschehen. Nach dem erfolgreichen Lösen einer Aufgabe erhalten die Spielenden Punkte, welche zu einem *Levelaufstieg* führen. So wird ein Gefühl des Stolzes hervorgerufen und man ist motiviert, weiterzuspielen. Jedes eingescannte und augmentierte Element bringt den Spielenden 100 Punkte, wobei wichtig zu erwähnen ist, dass jedes Element mehrmals augmentiert werden kann, jedoch nur beim ersten Mal Punkte gewonnen werden.

Ziel ist, am Ende des Spiels alle Kaffeehäuser besucht, 1000 Punkte erreicht und seine Architekturkenntnisse auf eine spannende Weise vertieft zu haben. Durch gezielte Verwendung moderner Lernprinzipien und Augmented Reality wird die Architekturvermittlung auf eine neue Weise umgesetzt, wo die NutzerInnen aktiv in den Lernprozess miteinbezogen sind. Da die Dauer der *Levels* nicht vorgegeben ist, gibt es auch keinen Zeitraum, in dem das Spiel abgeschlossen werden muss. Nach der Absolvierung des letzten *Levels* und den erreichten 1000 Punkten werden die SpielerInnen mit einem Kaffeehaus-Abzeichen ausgezeichnet, gewinnen einen Kaffeehausgutschein über 5€ und sind hoffentlich dazu motiviert, sich weiter mit der Architektur und Augmented Reality zu beschäftigen.

Im folgenden Teil werden eine Übersichtskarte der Themen die an den jeweiligen Orten behandelt werden und eine Spielanleitung für die TeilnehmerInnen gegeben.

²³ Extrinsische Motivation ist eine durch äußere Reize hervorgerufene Form der Motivation

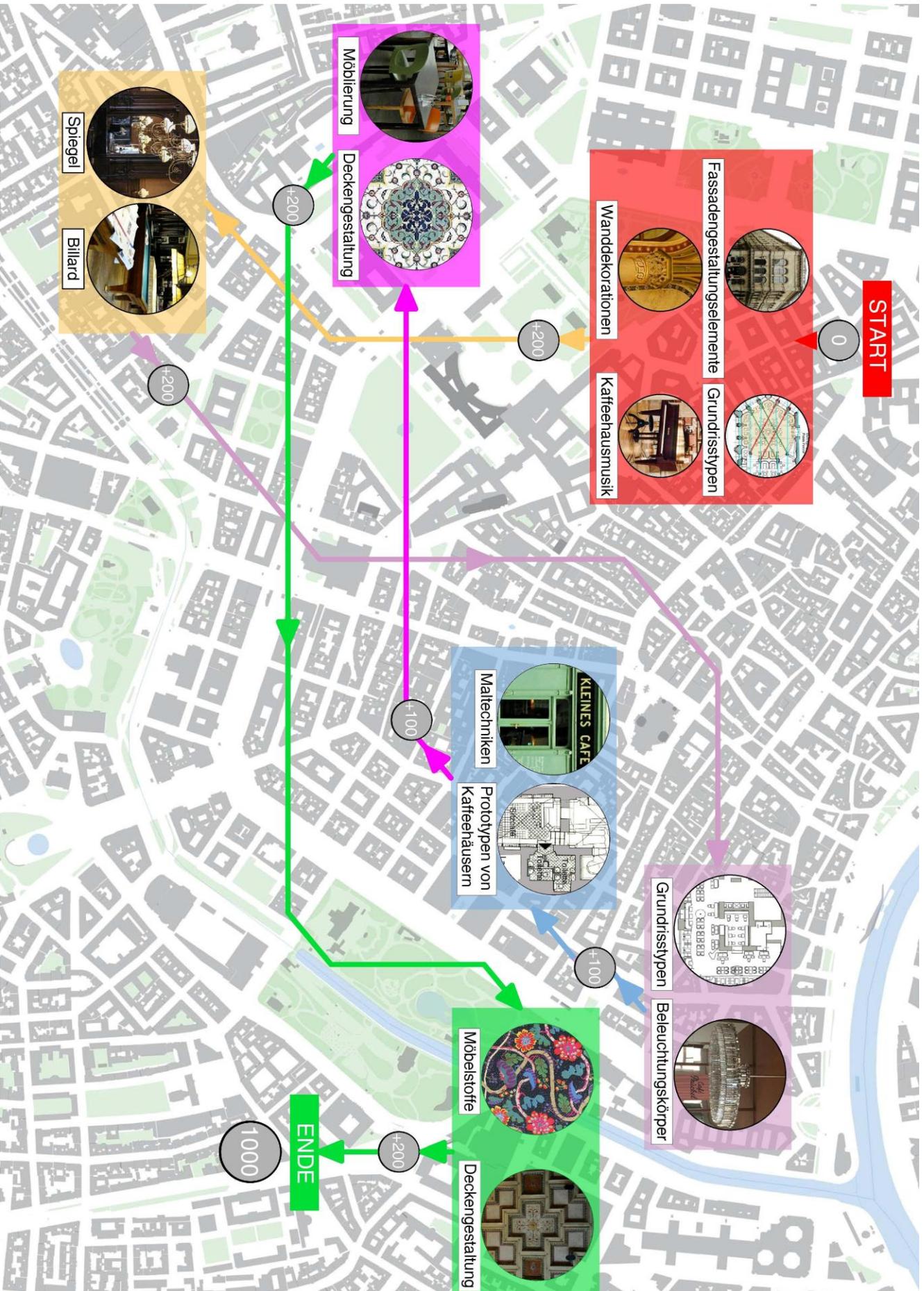


Abb. 78: Übersicht des Spielablaufs mit Themen die an den jeweiligen Orten behandelt werden und Punkten die zu sammeln sind

5.2 Unity3D

Für die Entwicklung der App wurde die Laufzeit- und Entwicklungsumgebung für Spiele (Spiel-Engine) Unity3D verwendet, die eine sehr intuitive Laufzeit- und Entwicklungsumgebung für (Video-) Spiele für PCs, Spielkonsolen, mobile Endgeräte und Web Browser ist. Ihre flexiblen Echtzeit-Tools bieten vielfältige Möglichkeiten für SpieleentwicklerInnen und EntwicklerInnen aus verschiedenen Branchen und Anwendungen. Eine kostenlose Version kann von jedem heruntergeladen und betätigt werden und bietet AnfängerInnen und EntwicklerInnen von einfachen Spielen ausreichend Funktionen für das erste Herantasten in einer neuen Spielumgebung. Zusätzlich unterstützt das Programm den größten Teil von gängigen Formaten dreidimensionaler Objekte, sodass das Importieren und der Austausch der Dateien meistens einwandfrei abläuft. Die Arbeitsabläufe erfolgen hauptsächlich durch einen Drag-and-Drop-Workflow. Alle Funktionen innerhalb des Programmes basieren auf der Script-Sprache C#, aber darüber hinaus können viele andere .NET-Sprachen ebenfalls verwendet werden, wenn sie eine kompatible DLL²⁴ erstellen können.



Abb. 79: Hauptbildschirm von Unity 2017.2.0f3, Bildschirmaufn.

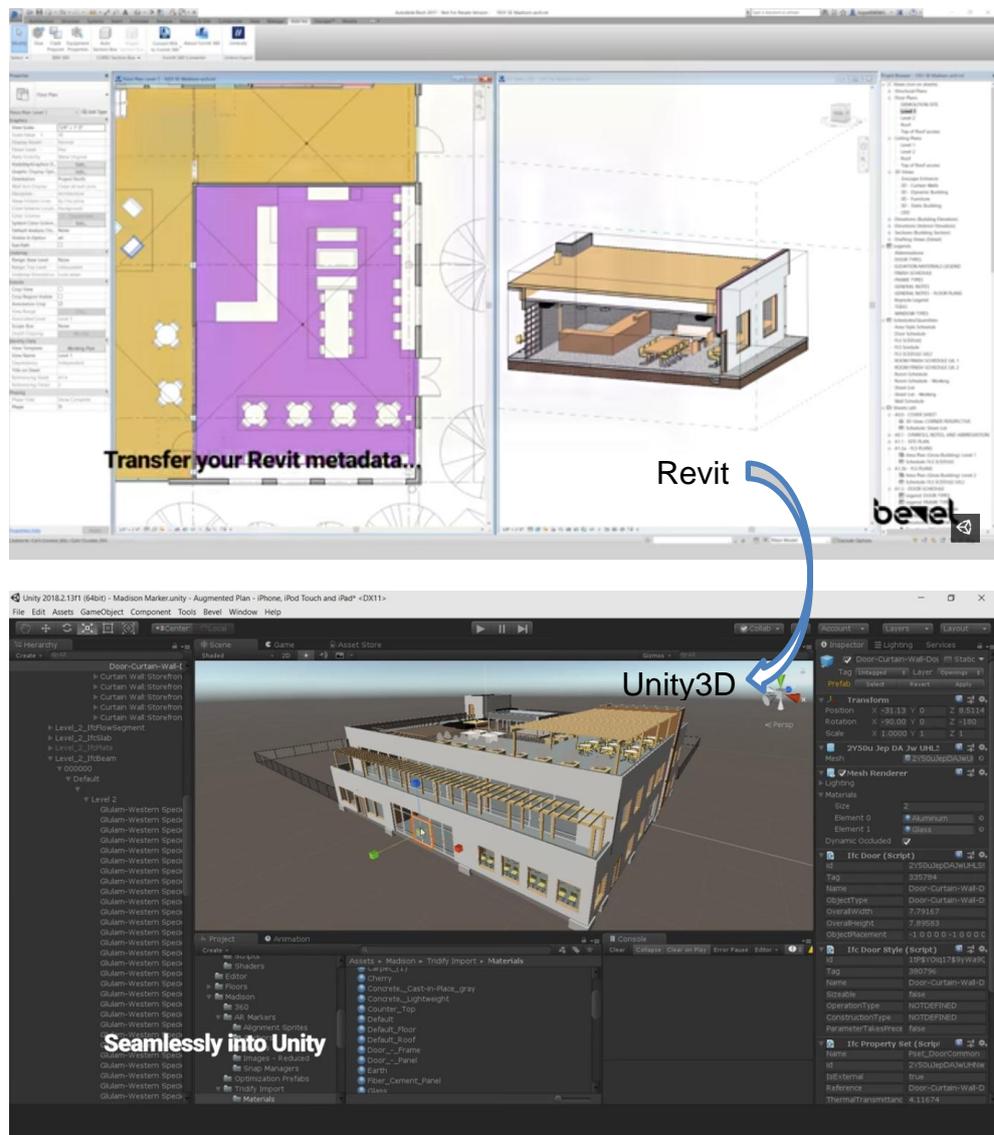
Da Unity3D sowohl Rendering, als auch Animieren unterstützt, kommt es unter anderem bei Architekturvisualisierungen zum Einsatz. Existierende Modelle branchenüblicher Formate, wie .FBX, .3DS, .OBJ oder .DAE können importiert werden, was von der Einstellung des richtigen Maßstabs und korrekt angelegter Materialien gefolgt wird. Charakterkontrollen aus erster oder dritter Sicht lassen zu, die Objekte in der Szene zu begehen und sich wirklichkeitsgetreu durch sie zu bewegen, wie beispielsweise Treppen auf- und abzustiegen. Die *Walkthroughs*²⁵ in virtueller Realität gewinnen immer mehr an Popularität bei Architekturpräsentationen, da sie sehr realitätsnahe Schilderungen der geplanten Räume und deren Beziehungen veranschaulichen.

²⁴ Dynamic Linked Library, dt.: dynamisch verknüpfte Bibliothek

²⁵ dt.: Ortsbesichtigungen

Im November 2018 wurde bei der Konferenz Autodesk University (AU) eine Zusammenarbeit zwischen Autodesk und Unity3D angekündigt. Das Unternehmen Autodesk ist im Feld der Architektur und Gebäudetechnik für seine computer-aided design (CAD) und Computeranimationsprogramme wie AutoCAD, Revit und 3Ds Max bekannt. Das Vorhaben der Kollaboration ist die Integration von Revit-Daten in Unity3D, sodass Informationen aus dem BIM-Programm in die Entwurfsvisualisierungs-Umgebung einfließen können. Die importierten Modelle können später auch in AR dargestellt werden. Das ultimative Ziel ist das Vermeiden von kontraintuitiven Designverfahren und die Rationalisierung von Arbeitsabläufen, die zu einer Kosteneinsparung und gesteigerter Effizienz bei Projekten führen und die Zusammenarbeit zwischen Teams fördern soll. (Prochazka & Armstrong, 2018)

Abb. 80: BIM-Modelle aus Revit können in Unity importiert und in VR unter Erhalt der BIM-Daten betrachtet werden, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)



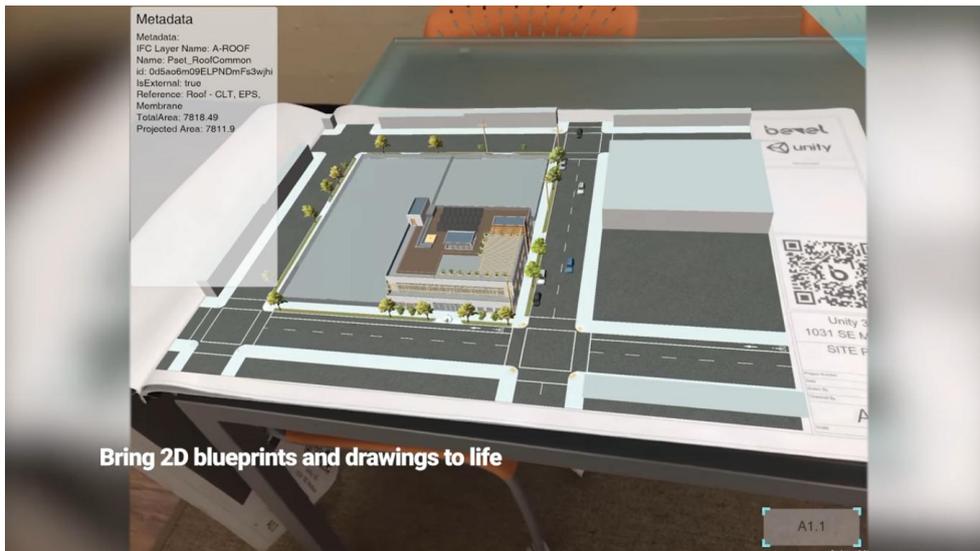


Abb. 81: ein AR-Modell vom importierten Gebäude kann über ausgedruckten Plänen angezeigt werden, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)

Bei der Präsentation wurde ebenfalls die Verknüpfung von 3Ds Max und Unity3D angekündigt. Es wurde ein virtuelles *Walkthrough* durch Unitys neueröffnetes Büro in London vorgeführt, mit einem fotorealistischen Konzept, das den EntwicklerInnen während des Designprozesses hilft, ihre Entwürfe zu testen, zu evaluieren und anzupassen. Dazu gehören die Übertragung aller BIM-Daten, die Optimierung der 3D-Geometrie für eine störungsfreie Wiedergabe in Unity und die automatische Erzeugung von UV-Strahlen für Texturen und Materialien.



Abb. 82: unterschiedliche Bodenbeläge können in VR betrachtet und in Echtzeit gewechselt werden: Bodenbelag 1, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)

Abb. 84: Bodenbelag 2, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)



Abb. 83: Bodenbelag 3, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)

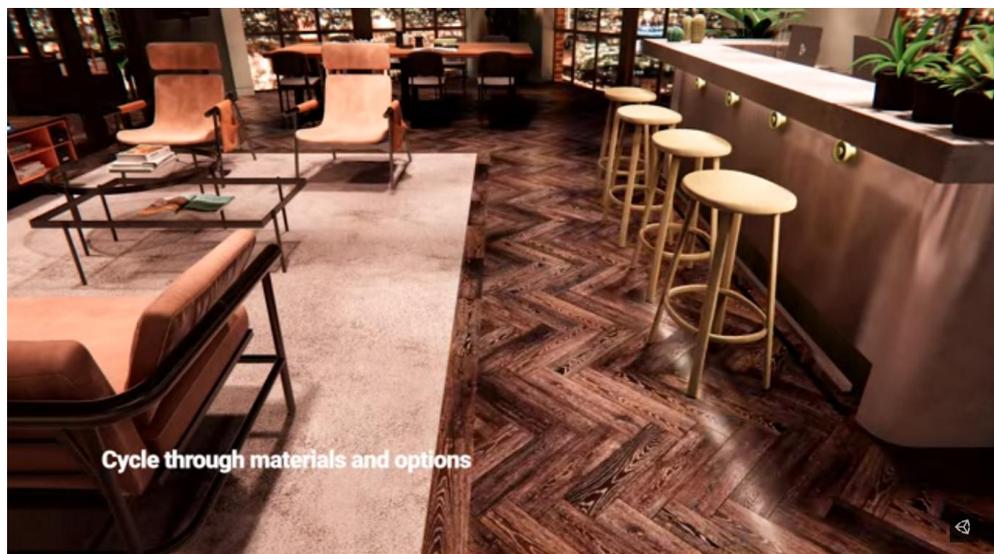


Abb. 85: virtuelles Walkthrough mit eingblendeten BIM-Daten des Modells, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)



Die vollständigen Versionen dieser Werkzeuge werden voraussichtlich im Herbst 2019 kommerziell veröffentlicht.

5.3 Vuforia

Vuforia ist eine weltweit erfolgreiche AR-Plattform für die Erstellung von AR-Apps für *Handheld*- und *Head-worn*-Geräte. Seit der Version 2017.2 (Veröffentlichungsdatum: 10. Oktober 2017) ist Vuforia in Unity als fixer Bestandteil integriert und gewährleistet somit einen stabilen Arbeitsablauf. Auf Unitys offizieller Website (<https://unity3d.com/com/learn/tutorials>) werden im Rahmen eines Tutorials unter dem Namen „Vuforia Configuration“ die erforderlichen Einstellungen zur Aktivierung von Vuforia aufgezeigt und erklärt. Später bei der Aktivierung selbst wird den NutzerInnen ein AR+VR Musterpaket mit einigen nützlichen Beispielen angeboten, die die wichtigsten Merkmale der Plattform demonstrieren und sich gut für das grundlegende Verständnis von AR-Prinzipien eignen.

EntwicklerInnen können jeder Anwendung erweiterte Computer-Vision-Funktionen hinzufügen, sodass sie Bilder und Objekte erkennen und mit Räumen in der realen Welt interagieren können. Dieses Konzept kann durch zwei Herangehensweisen realisiert werden: markerloses und markerbasiertes AR. Markerlose AR-Konzepte sind zumeist standort- oder positionsbasiert, wo das Programm auf Informationen wie GPS-Daten, Beschleunigungsmessern, Gyroskopen und komplexeren Bildverarbeitungsalgorithmen beruht und virtuellen Inhalt mit diesen Informationen verknüpft. Während man sich in den vorgesehenen Orten befindet und die AR-Kamera des Endgerätes aktiviert ist, werden am Bildschirm virtuelle Objekte eingeblendet, als wären sie in den realen Orten verankert. Für die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte App wäre eine GPS-basierte Informationsanzeige sehr praktisch, wird jedoch nicht realisiert, da es oft ungenau ist und der GPS-Empfang in Gebäuden oder in dicht bebauten Gebieten, wie z.B. beim Café Central, generell reduziert bis unmöglich ist. Die gesamte Architekturvermittlung wird also durch markerbasiertes AR erfolgen, wo reale Elemente als Anhaltspunkte für Augmentierungen fungieren. Als Marker werden Bilder und kleine Objekte bezeichnet, die innerhalb der App als Informationsauslöser registriert sind. Wenn die Kamera des Endgerätes während der Ausführung der App die Marker in der realen Welt erfasst und erkennt, werden zugewiesene virtuelle Elemente angezeigt. Vuforias eigene Marker, die als VuMarks bezeichnet werden, können von den NutzerInnen selbst entworfen und in das Programm hochgeladen werden. Neben VuMarks ermöglicht Vuforia die Arbeit mit drei anderen Arten von Informationsauslösern, die auf den folgenden Abbildungen illustriert werden.

Abb. 86: VuMarks
(Tzeli, 2014)



Abb. 87: Image
Targets (Ziis
Inc.)



Abb. 88: Object
Targets (Symcox,
2017)

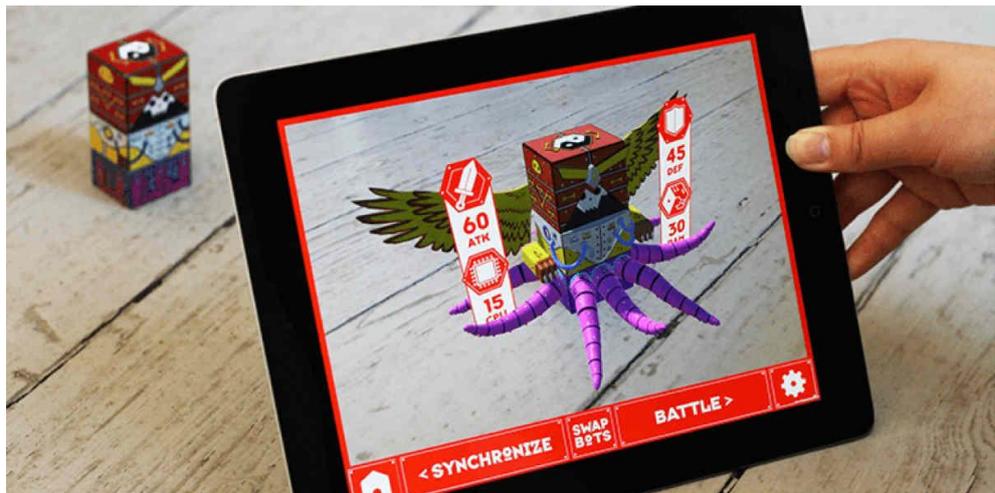




Abb. 89: Ground Plane Detection (PTC Inc.)

Informationsauslöser die in dieser Arbeit zum Einsatz kommen, werden im Folgenden erläutert.

5.3.1 Image Targets

Die häufigste Anwendung in Apps, die mit Vuforia entwickelt werden, haben *Image Targets*²⁶. Das sind Bilder, die in Vuforias Entwicklerportal hochgeladen und als Informationsauslöser registriert sind.

The screenshot shows the Vuforia Developer Portal interface. The top navigation bar includes 'Home', 'Pricing', 'Downloads', 'Library', 'Develop', and 'Support'. Below this, there are tabs for 'License Manager' and 'Target Manager'. The current view is 'Target Manager > AR_Melange'. The page title is 'AR_Melange' with an 'Edit Name' link. Below the title, it says 'Type: Device'. There is a search box for 'Targets (11)' and two buttons: 'Add Target' and 'Download Database (All)'. A table lists the registered targets:

Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
Salonplafond_Decke	Single Image	★★★★☆	Active	Dec 10, 2018 22:57
Salonplafond_Mirakel	Single Image	★★★★★	Active	Dec 10, 2018 22:55
Salonplafond_Eingang	Single Image	★★★★★	Active	Oct 23, 2018 03:26

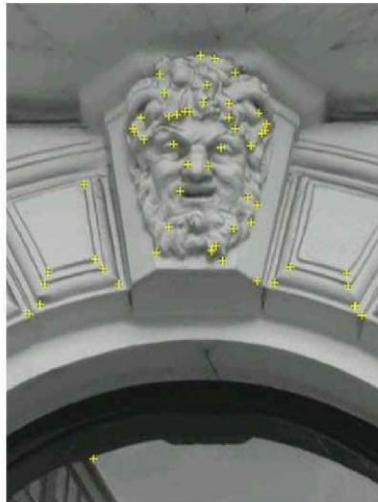
Abb. 90: Vuforias Entwicklerportal, Bildschirmaufn.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Markern benötigen *Image Targets* keine speziellen schwarz-weißen Bereiche oder Codes, um erkannt zu werden. Die Spiel-Engine erkennt und verfolgt die Merkmale, die sich im Bild selbst finden, indem sie diese Merkmale mit einer bekannten Zielressourcendatenbank vergleicht. Es wird daher empfohlen, klare Bilder zu verwenden, die deutliche Formen mit komplexen Umrissen enthalten, sodass viele kontrastierende Punkte (engl.: Features) entstehen. Diese Punkte erleichtern den Bilderkennungs- und Tracking-Algorithmen das Erkennen der *Image*

²⁶ dt.: bildliche Vorgaben, Referenzbilder

Targets in der realen Welt. Nach dem Hochladen werden die Bilder von Vuforia ausgewertet und auf einer „Augmentabilitätsskala“ von null bis fünf Sternen benotet. Diese Werte beziehen sich auf die Anzahl der Punkte im Bild und deuten an, ob und mit welcher Qualität es zu einer Augmentierung kommen kann. Es gilt, dass Bilder ohne Stern von der Kamera nicht erfasst werden können, während fünf Sterne eine einwandfreie und stabile Augmentierung versichern. Die Werte zwischen eins und vier deuten an, dass es genug Punkte gibt, die Augmentierung unter Umständen jedoch nicht stabil wird. Das bedeutet, dass es dazu kommen kann, dass z.B. der virtuelle Inhalt zuckt, nicht vollständig angezeigt wird oder am falschen Platz erscheint. Ebenso wichtig zu erwähnen ist, dass die Vorgehensweise die Bilder in schwarz-weiß auswertet. Die Farben in den Bildern tragen nicht zu den Resultaten bei. Die folgenden Abbildungen verbildlichen das Thema der Punkte und der „Augmentabilitätsbewertung“.

Abb. 91: Ein Bild mit wenig Punkten (gelbe Kreuze) und schlechter Bewertung (oben), ein Bild mit sehr vielen Punkten und einer Bewertung von fünf Sternen von Vuforias Developer Portal (unten) (Bildschirmaufn., Nachbearbeitung Autorin)



Type: Single Image
 Status: Active
 Target ID: 4d66bd06a5634b4fbee9b9be31addc33

Augmentable: ★☆☆☆☆

Added: Nov 19, 2018 22:42
 Modified: Nov 19, 2018 22:42

Augmentable: ★☆☆☆☆



Type: Single Image
 Status: Active
 Target ID: 95e7822a542e4c0b8a965fe9680fd2db

Augmentable: ★★★★★

Added: Oct 21, 2018 21:17
 Modified: Oct 21, 2018 21:17

Augmentable: ★★★★★

Neben Beispielen in Vuforias Musterpaket, wird der Umgang mit *Image Targets* auf Unitys Tutorial-Website unter dem Namen „Image Targets“ beschrieben.

Nach dem Import der registrierten Bilder in Unity3D werden die *Image Targets* mit virtuellem Inhalt verknüpft. Das *Image Target* dient dabei als Referenzobjekt für die Position, Ausrichtung und Größe der virtuellen Informationen.



Abb. 92: Verknüpfung vom *Image Target* mit virtuellen Elementen, Bildschirm-aufn.

Bei der Arbeit mit Bildern von außenliegenden Architekturelementen oder Gebäudefassaden kommt es manchmal zu Komplikationen, wenn das Programm ein Bild eingespeichert hat, aber in der Praxis Naturgegebenheiten wie Schatten und lichtreflektierende Flächen das Aussehen des Elementes oder Gebäudes verändern. Da sich die Position der Punkte versetzt, können diese von der Software nicht als gleiche Elemente erkannt werden und die Augmentierung bleibt aus. Deswegen muss der Winkel und die Tageszeit des Fotografierens im Vorhinein durchdacht werden.

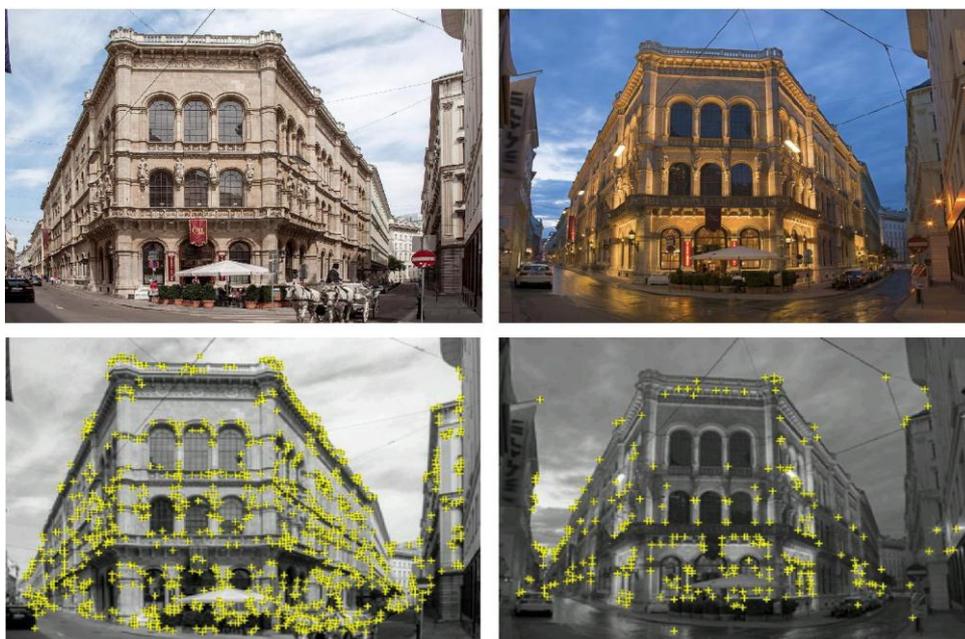


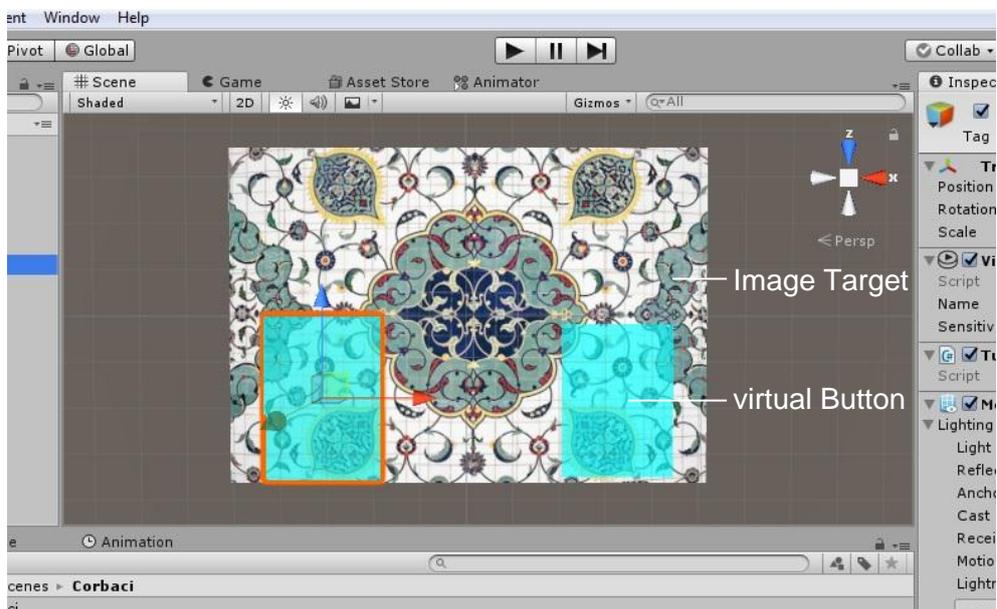
Abb. 93: bei einem Foto der Fassade des Palais Ferstel bei Tag (links) und bei Nacht (rechts) erkennt Vuforia ganz andere Punkte und kann es nicht als dasselbe Gebäude auffassen, Bildschirm-aufn.

Fotos von Fassaden bei Nacht als alternative *Image Targets* zu registrieren und sie zu augmentieren ist leider vergeblich, da die Kameras von Standard-Smartphones nicht in der Lage sind sie in dunklen Lichtverhältnissen zu erfassen.

5.3.1.1 *Virtual Buttons*

*Virtual Buttons*²⁷ sind dafür vorgesehene rechteckige Bereiche auf einem *Image Target*, die sich bei einer Interaktion wie wahre *Buttons* verhalten, bzw. ihnen erteilte Aktionen ausführen. Ein *Virtual Button* wird in Unity3D auf das *Image Target* platziert und mit Bearbeitungswerkzeugen in Stelle gesetzt und entsprechend dimensioniert. Der definierte rechteckige Bereich soll mindestens 10% der Fläche des gesamten *Image Targets* betragen. *Virtual-Button*-Aktionen werden ausgelöst, wenn ein wesentlicher Anteil des zugewiesenen Bereiches und dessen Punkte der Kamera verborgen werden. Dies kann auftreten, wenn der Benutzer den *Button* verdeckt oder andernfalls in der Kameraansicht blockiert. Bei mehreren *Virtual Buttons* muss man darauf Acht geben, sie nicht eng aneinander zu platzieren und genügend Platz zwischen ihnen zu lassen, damit sie nicht von der Kamera verwechselt werden und falsche Aktionen auslösen. Während der Arbeit mit *Virtual Buttons* in Vuforia, werden sie als transparente Flächen in Neonfarben dargestellt, werden aber in der finalen App nicht dargestellt, weswegen es wichtig ist, sie auf andere Weise vom Rest des Bildes zu differenzieren.

Abb. 94: *Virtual Buttons* während der Bearbeitung in Unity3D, Bildschirmfoto.



Richtlinien und Leitfäden zur korrekten Umsetzung von *Virtual Buttons* werden von Unity im Tutorial „AR Buttons“ bereitgestellt.

²⁷ dt.: virtuelle Schaltflächen

5.3.2 User Defined Targets

*User Defined Targets*²⁸ (UDT) sind *Image Targets*, die zur Laufzeit der App (oder Simulationslaufzeit) an visuellen Anhaltspunkten im derzeitigen Kamerarahmen entstehen, die vom Benutzer ausgewählt wurden. Sie teilen die meisten Funktionen mit üblichen *Image Targets* mit der Ausnahme, dass sie keine *Virtual Buttons* unterstützen. Jedoch müssen, anders als bei *Image Targets*, keine Bilder im Vorfeld vorbereitet werden, sondern es wird der Bereich der Augmentierung vor Ort gewählt, aber auch nur im Laufe dieser Anwendung innerhalb der App gespeichert. So wird das Benutzererlebnis noch interaktiver gestaltet und ermöglicht jederzeit und überall eine AR-Ausführung. Für die Auswahl eines passenden UDTs werden die gleichen Kriterien wie für herkömmliche *Image Targets* angewandt. UDTs werden in diesem Projekt in Fällen zum Einsatz kommen, in denen gewisse lokale Gegebenheiten die Aufnahme eines eindeutigen *Image Targets* verhinderten, wie z.B. bei Elementen aus Glas, da sich ihr Aussehen ständig durch Einflüsse aus der Umgebung verändert. Bei der Vorbereitung eines UDTs wird einem von Vuforia vorgegebenen Rechteck virtueller Inhalt dazugeschrieben, der sich später in der App nach Lage und Größe den vom Nutzer definierten UDTs anpasst.

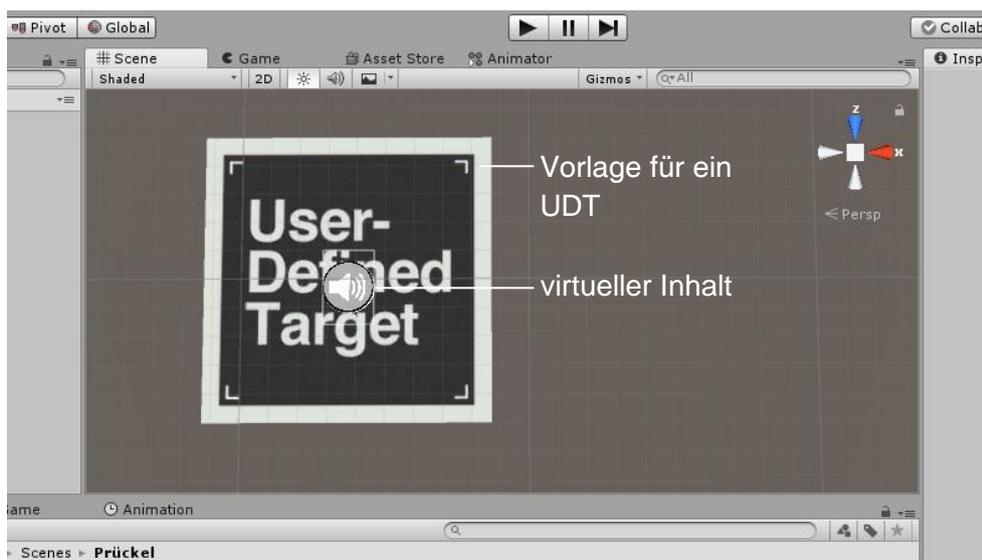


Abb. 95: UDTs während der Vorbereitung in Unity, Bildschirmaufn.

5.3.3 Ground Plane Detection

Dies stellt eine andere Handhabung von Informationsauslösern dar, da keine bildlichen Elemente von der Kamera gesucht werden, sondern horizontale Flächen in der Umgebung der NutzerInnen. Es unterstützt die Erkennung und Verfolgung von horizontalen Oberflächen wie Böden und Tischplatten und ermöglicht es Ihnen, Inhalte mit Ankerpunkten am Boden und in der Luft zu platzieren. *Ground Plane*²⁹ verwendet das Bild von der Kamera des Endgerätes, um die grundlegende Geometrie seiner Umge-

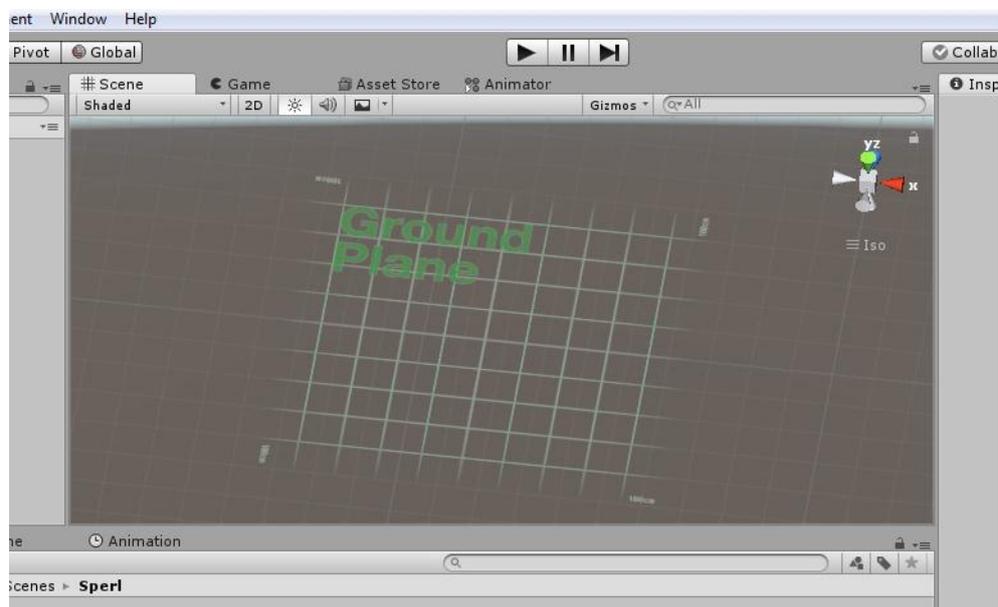
²⁸ dt.: benutzerdefinierte Vorgabe (Übersetzung durch die Verfasserin)

²⁹ dt.: Grundebene (Übersetzung durch die Verfasserin)

bung zu verstehen und die zugewiesenen Inhalte präzise zu platzieren. Diese Methode wird in der Praxis sehr oft für die 3D-Darstellung von Einrichtungsgegenständen und Haushaltsgeräten eingesetzt, da sie eine maßstabs- und belichtungsgetreue Visualisierung bietet und NutzerInnen ermöglicht, sich um das Objekt zu bewegen und ein „try before you buy“³⁰ Erlebnis zu haben. Eine solche Anwendung wird auch in dieser App aufgefunden, wo den SpielerInnen rund um sie Grundrisse und Schnitte des Kaffeehauses das sie gerade besuchen angezeigt werden und ihnen die Freiheit gegeben wird, ihnen näher zu kommen und sie zu studieren.

Im Programm selbst wird ein Netz von 1m x 1m mit kleineren Unterteilungen gegeben (welches während der Ausführung ausgeblendet ist), das eine Fläche mit gleichen Dimensionen in der realen Welt darstellt. Dieser dient als Referenzpunkt für korrektes Positionieren und Dimensionieren virtueller Objekte.

Abb. 96: *Ground-Plane-Netz* mit Größe 1m x 1m, Bildschirmaufn.



Schrittweise Anweisungen für die Implementierung von *Ground Planes* werden auf Vuforia's Entwicklerbibliothek unter dem Namen „Ground Plane User Guide“ zur Verfügung gestellt.

5.4 Workflow

Das Serious Game hat sechs *Levels*, wobei jedes *Level* ein Kaffeehaus umfasst. Für die Vorbereitung des *Levels* werden nach sorgfältiger Zusammenfassung aller Kenntnisse über ein Kaffeehaus die Daten in zwei Gruppen eingeteilt: „Außeninformationen“ und „Inneninformationen“. Als erstes wird mit den „äußeren“ Informationen gearbeitet, wozu Fotos von der Fassade, bzw. dem Eingangsbereich auf Vuforia's Entwicklerportal hochgeladen und als *Image Target* registriert werden. Nachdem sie in Unity eingebettet wurden, kann man mit der Zuweisung des virtuellen Inhalts anfan-

³⁰ dt.: probier, bevor Du kaufst

gen. Hier werden hauptsächlich selbstständig modellierte 3D-Modelle von Buchstaben und anderen Objekten verwendet, die in die Szene eingefügt, bearbeitet und geordnet werden, sodass sie Worte und Sätze bilden. Es muss große Acht gegeben werden, dass die Farbe der Buchstaben vom Hintergrund unterscheidbar ist und die Größe der Buchstaben angepasst ist, damit sie in realer Umgebung nicht zu klein oder zu groß ausfallen und unlesbar werden. Gegebenenfalls kann hinter den Buchstaben eine Hintergrunds Fläche platziert werden, um die Lesbarkeit unter allen Umständen zu gewährleisten.

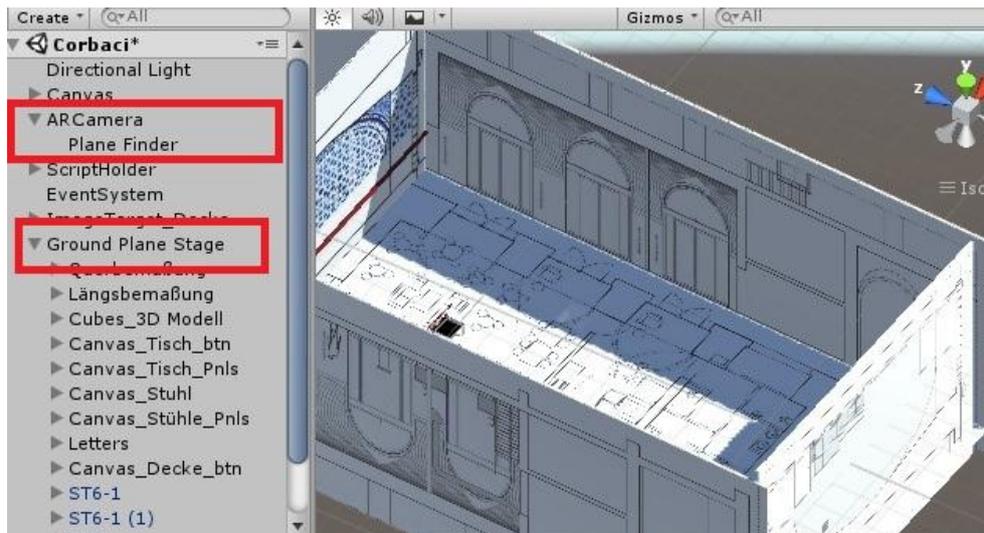


Abb. 97: Positionierung und Zuordnung der 3D-Buchstaben zum *Image Target* am Beispiel des Café Sperl, Bildschirmaufn.

Wenn diese Buchstaben, oder andere virtuellen Objekte, mit dem *Image Target* verknüpft werden, entsteht eine Beziehung zwischen ihnen. Somit weiß Vuforia, wie die Objekte relativ zueinander dargestellt werden sollen, wenn ein *Image Target* von der App erkannt wird.

Weiters wird mit den „inneren“ Informationen gearbeitet, d.h. es geht um Architekturelemente, die sich mit dem Interieur des Kaffeehauses befinden. Wenn vorhanden, werden den NutzerInnen Grundrisse und Schnitte mit der *Ground Plane* Option gezeigt. Dazu müssen die Zeichnungen als .JPEG Dateien in Unity reingeladen und auf einen Würfel mit passender Höhe und Länge (Tiefe unwesentlich) als Material aufgetragen werden. Dieser Würfel verhält sich in der Praxis als eine zweidimensionale Zeichnung, die von den SpielerInnen im Raum studiert werden kann und ist in diesem Fall der dazugeordnete virtuelle Inhalt. Es ist erforderlich, in Unity einen Flächensucher (engl.: *plane finder*) einzufügen, der Eingaben der BenutzerInnen aufnimmt (z.B. Tippen auf dem Bildschirm) und der Kamera den Befehl erteilt, nach horizontalen Flächen zu suchen auf die der virtuelle Inhalt positioniert wird.

Abb. 98: ein Kubus aus fünf Würfeln, die als Material Zeichnungen haben und ein dreidimensionalen Raum durch den man sich bewegen kann bilden am Beispiel des Café-Restaurants Corbaci, Bildschirmaufn.



Bei Kaffeehäusern, für die es keine Grundrisse und Schnitte gibt, wird die Anwendung von *Ground Plane* nicht realisiert.

Schließlich wird mit *Image Targets* und UDTs kaffeehauspezifisch auf konkrete Architekturelemente eingegangen, die mittels Endgerätkamera zu Scannen sind. Als erstes werden wieder Fotos der Elemente in *Vuforia's Developer Portal* als *Image Targets* registriert und in Unity geladen. Der dazugeschriebene virtuelle Inhalt wird hauptsächlich in Form von Paneelen mit Text und Sprachaufzeichnungen erfolgen. Die erkannten Architekturelemente sollen zwar die Wissensvermittlung auslösen, wurden aber weniger spielerisch und mehr formal gestaltet. Diese Wahl der Präsentationsweise hat den Grund, dass ein gegliederter Text die praktischste Lösung zur Auslegung des gesamten Umfangs der Informationen darstellt, was wiederum eine besondere Art der Gestaltung in virtueller Umgebung er sucht. Im Raum platzierte Buchstaben wären in diesem Anwendungsszenario unübersichtlich und nicht maßgebend. Um große Paneele oder das Hin- und Herschalten von kleinen Paneelen zu umgehen, werden längere Informationen über die Architekturelemente als Audio-Datei abgespielt, wozu die SpielerInnen aufgefordert werden, Kopfhörer zu tragen, worauf sie ebenfalls im Spiel hingewiesen werden. Paneele mit kurzen, klaren und konkreten Kommentaren werden in angebrachten Situationen angewandt, um die Aufmerksamkeitsspanne der NutzerInnen nicht zu beeinträchtigen.

Um mit den Aufgaben anzufangen, wird ein Bedienelement auf der Wien-Karte am Platz des vorstehenden Kaffeehauses positioniert, welches mit dem vorstehenden *Level* verbunden ist, und durch Antippen initiiert wird. Das Bedienelement ist eine Vorlage aus Unity, die man nach Belieben bewegen und graphisch gestalten kann. Die Bedienelemente in dieser App haben ein Play-Symbol, das die Anfänge der *Levels* symbolisiert. Ein Überblick der Elemente der Bedienoberflächen wird in den folgenden Abbildungen gegeben. In den *Levels* selbst sind keine Standardelemente des UIs eingesetzt, da sie aufgabenspezifisch eingeblendet werden.

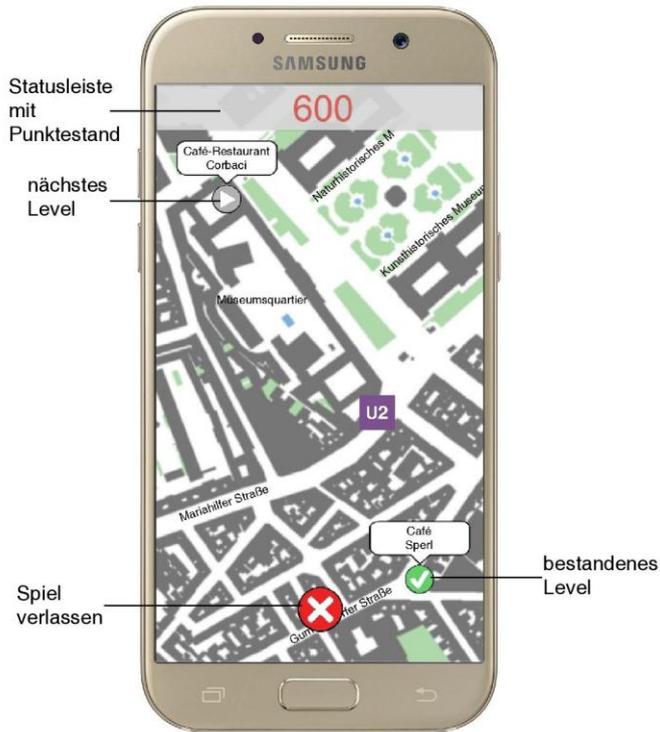


Abb. 99: Benutzeroberfläche des Hauptmenüs

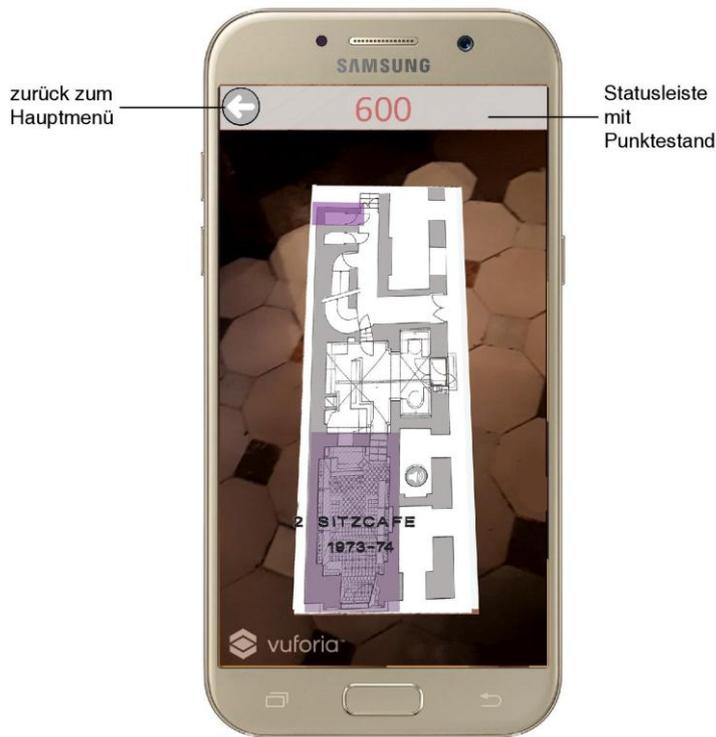


Abb. 100: Benutzeroberfläche des Levelmenüs



Abb. 99: weitere Bedienelemente im Levelmenü

Am Anfang wird der Spieler darüber informiert, welches Kaffeehaus als erstes besucht wird. Dafür wird in Vuforia eine Karte von Wien, mit angepasstem Ausschnitt rund um das Areal des ersten Kaffeehauses und eingetragenen Straßennamen und Stationen des öffentlichen Verkehrs in seiner unmittelbaren Nähe angezeigt. Somit sollen sich auch Nicht-WienerInnen problemlos in der Stadt zurechtfinden. Diese Karte ist gleichzeitig das Hauptmenü des Spiels, zu dem die SpielerInnen nach jedem bestandenen *Level* zurückgebracht werden. Der Punktestand zu Beginn des Spiels ist 0.

Abb. 100: Startmenü der App



5.5 Vermittlung über Baustile, Materialien, Ornamente und Kaffeehausmusik

In das Spiel wird mit dem Café Central eingestiegen, dessen Fassade ein imposantes Meisterstück der Architektur darstellt. Am Bildschirm wird ein Rechteck eingeblendet, innerhalb dessen Rahmens die Fassade des Palais gescannt werden soll. Ein Foto der Fassade ist als *Image Target* in der App registriert und für seine Augmentierung werden 100 Punkte erhalten, die sofort in der Statusleiste angezeigt werden.

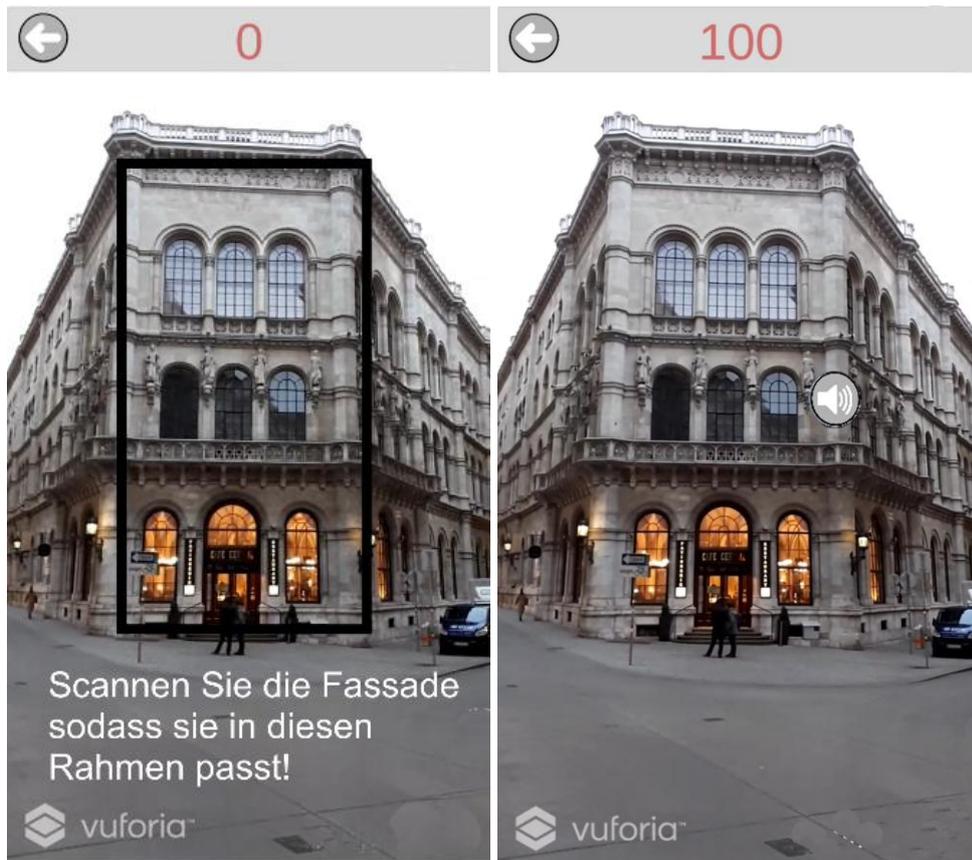


Abb. 101: Augmentierung der Fassade vom Palais Ferstel

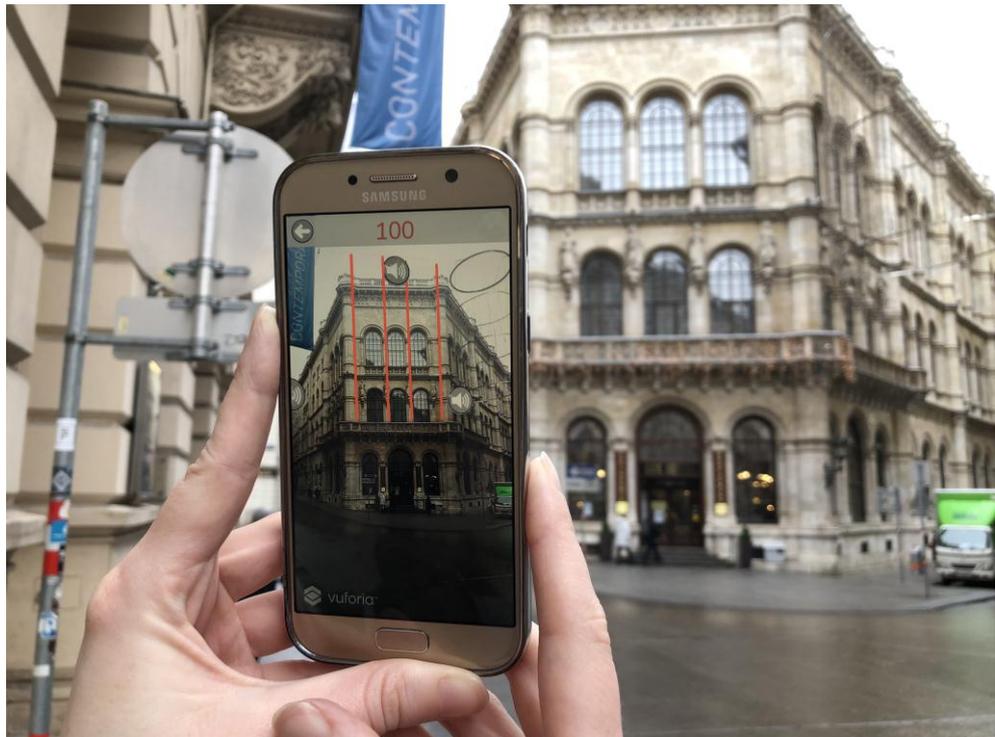
Die erschienene virtuelle Taste, die zu betätigen ist, führt zur Geschichte über den Architekten, seine Inspiration für diesen Bau und den stilistischen Grundzug des Gebäudes. Da die Informationen für Personen mit unterschiedlichen Vorkenntnissen der Architektur verständlich sein müssen, werden bei fachlichem Wissen besondere Erläuterungen gegeben. Dafür wird eine Audiodatei mit folgendem Inhalt abgespielt:

„Das Café Central befindet sich im Palais Ferstel, und wurde 1876 im ehemaligen Schaltersaal der Wiener Börse eröffnet. Das Palais Ferstel ist nach seinem Architekten benannt, was im 19. Jahrhundert durchaus unüblich war. Bereits vor der Fertigstellung des Stadtpalais war der Architekt Heinrich von Ferstel zu einer architektonischen Berühmtheit geworden, da er 1855 den internationalen Wettbewerb für den Entwurf der Votivkirche an der Ringstraße gewonnen hatte. Kurz danach trat er eine längere Italienreise an, deren ästhetische Einflüsse am Palais Ferstel deutlich ablesbar sind. Das gesamte Gebäude steht, samt Brunnen im inneren Bereich, unter Denkmalschutz. Stilistischer Grundzug des Gebäudes ist die toskanische Trecentoarchitektur, der durch Sandstein-Fassaden, basilikaartigen Grundrissen, Marmorverkleidungen und häufig Rundbogenfenstern gekennzeichnet ist. Als Trecento wird in Kunst und Literatur das 14. Jahrhundert in Italien bezeichnet. Dies ist allerdings keine Strömung, die sich in ganz Italien ausmachen lässt, sondern vor allem in der Toskana, in der Provence sowie in Mittelitalien. Ein berühmtes Beispiel des Stils ist der Schiefe Turm von Pisa.“

Nach der Einführung erscheint am oberen Ende der Fassade eine neue Bedientaste, der eine neue Audiodatei aktiviert und Leitlinien einblendet,

die die Informationen aus der Datei visualisieren. Es wird über die Inspiration aus der Gotik für die vertikale Gliederung der Fassade gesprochen.

Abb. 102: Leitlinien in AR zur Betonung der vertikalen Gliederung der Fassade



„Die vertikale Gliederung der Fassade durch schlanke Pfeiler ist eine Eigenschaft die aus der Gotik übernommen wurde. Die Gotik bezeichnet eine Epoche der europäischen Architektur und Kunst des Mittelalters, die sich zeitlich etwa von der Mitte des 12. Jahrhunderts bis um 1500 erstreckt. Die typisierenden Merkmale der Gotik findet man vor allem im Sakralbau. Die Kirche galt als Haus Gottes und sollte die christlich religiöse Idee verkörpern. Die gotische Kathedrale wurde als lichtdurchflutetes Gotteshaus gestaltet, dessen Betonung auf der Vertikale, dem Streben zum Himmel, liegt.“

Die nächste eingblendete Bedientaste aktiviert die Anzeige über die Einflüsse der Renaissance-Architektur am Palais Ferstel.

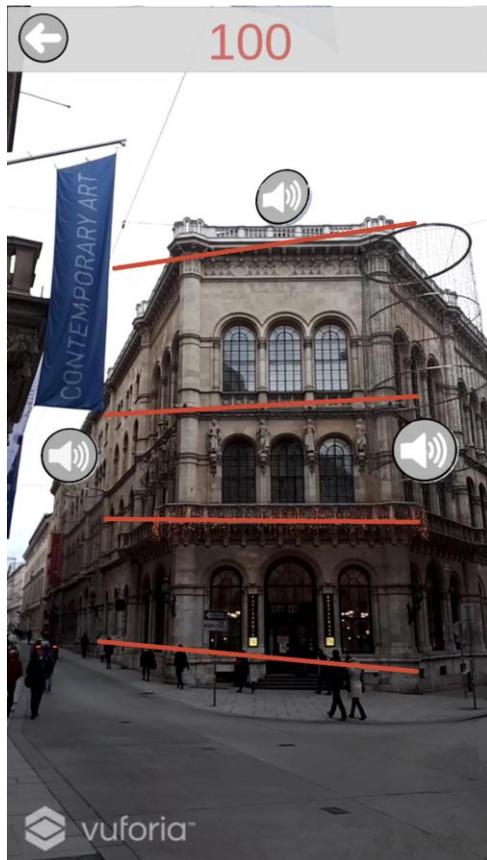


Abb. 103: Leitlinien die die horizontale Gliederung der Fassade hervorheben

„Breite horizontale Bänder an der Fassade betonen stark die einzelnen Stockwerke, die der Aufteilung des Innenraums entsprechen. Diese Elemente führen die Inspiration aus der Architektur der Renaissance, die zwischen dem frühen 15. und späten 16. Jahrhundert in Europa bewusst ein Wiederbeleben und Weiterentwickeln bestimmter Elemente der Römischen Antike anstrebte. Durch die klare horizontale Gliederung der Renaissance-Bauwerke sollte der Blick des Betrachters angezogen werden. Im Gegensatz zur gotischen Baukunst, die mit hochstrebenden Linien als ein Wunderwerk göttlicher Schöpfung galt, wollte die Renaissance das Geniale der menschlichen Schöpfung betonen.“

Zu guter Letzt wird auch über die Fensterreihen gesprochen und die SpielerInnen werden zum Betreten des Cafés angeleitet.

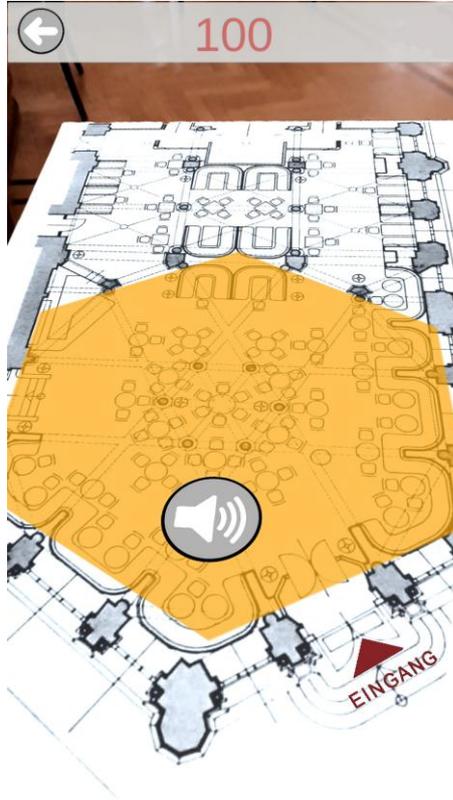


Abb. 104: Pfeile die die Fenster im Erdgeschoss andeuten

„Die mauerauflösende Funktion der Fenster durch ihre Zusammenfassung in jeweils drei Bögen ist aus venezianischen Palästen herzuleiten. Die halbkreisförmigen Bögen über den Fenstern tragen unter Anderem das Kreuzgewölbe im Inneren des Café Central. Begeben Sie sich jetzt in das Café Central und wenn der Eingang hinter Ihnen steht, halten Sie das Endgerät parallel zum Boden und drücken Sie einmal mit dem Finger auf die Mitte des Bildschirms.“

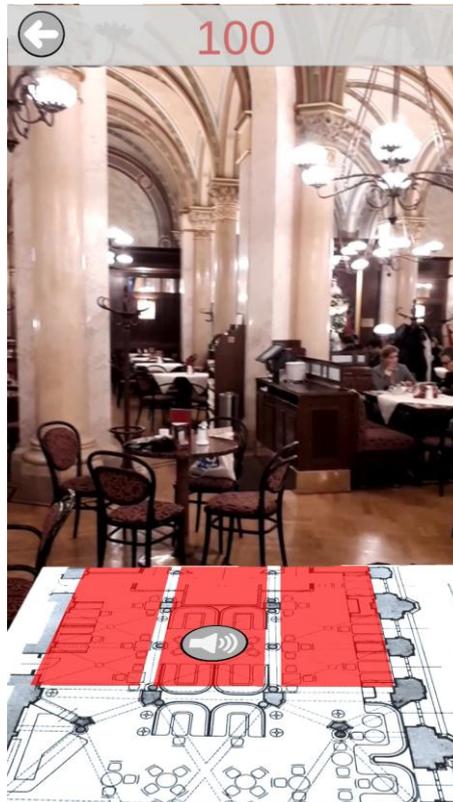
Im Inneren wird durch *Ground Plane Detection* der Grundriss am Boden angezeigt, mit markierten Zonen und Formen, die ihn ausmachen, während zwei Audioaufnahmen Informationen zu den jeweiligen Bereichen geben. Somit können die NutzerInnen ohne Hindernisse die Zeichnung anschauen, mit dem gebauten Umfeld in Echtzeit vergleichen und lernen.

Abb. 105: *Ground Plane* mit dem Grundriss und akzentuiertem sechseckigen Zentralraum



„Der Kaffeehausbereich, von der Gebäudeecke betreten, ist eigentlich ein unregelmäßiger asymmetrischer Raum, der durch einen sechseckigen Zentralraum optisch wieder regelmäßig erschlossen wird.“

Abb. 106: dreischiffiger Raum am Grundriss und im Kame-
raumfeld



„Der dreischiffige Raum erinnert an die Grundform von Basiliken, deren Innenraum durch Säulen- oder Pfeilerreihen in drei oder mehr (meist ungeradzahlige) Längsschiffe geteilt ist. Der Architekt unterscheidet die verschiedenen Bereiche des Cafés durch das Mittel der Lichtführung. Der Zentralraum ist durch drei große Fensterwände belichtet, er wirkt hell und lädt zum Verweilen ein, dagegen ist die schräg einmündende Halle deutlich dämmeriger und tritt optisch zurück. Finden Sie ein Element an der Wand, welches die gleiche Anzahl an Ecken wie der Zentralraum hat.“

Als nächstes soll ein Ornament an der Wand gescannt werden, das ebenfalls ein *Image Target* ist und die SpielerInnen mit 100 Punkten belohnt. Das Audiofile aus der Augmentierung berichtet über die Herkunft von Ornamenten im Palais Central.



Abb. 107: der Augmentierungsprozess der Ornamente an der Wand aus der Sicht eines Dritten

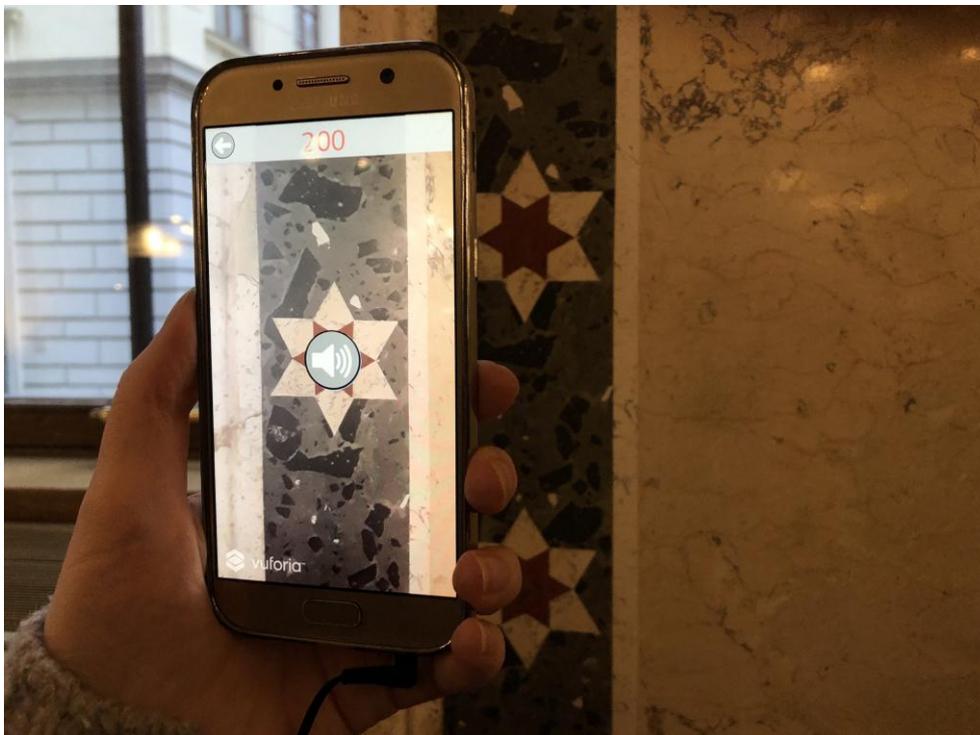


Abb. 108: virtuelle Schaltfläche zum Abspielen der Audioaufzeichnung über die Herkunft von Ornamenten im Central und Wandmaterialien

„Diese Wanddekoration ist eine Abwandlung islamischer Ornamente, die in italienischer Architektur vom Ende des 14. Jahrhunderts zu finden waren und den Architekten beim Entwurf dieses Gebäudes inspirierten. Islamische Dekoration und Handwerkskunst wurde von venezianischen Kaufleuten durch Waren vieler Arten

nach Italien gebracht. Die geometrischen Muster werden als mathematische Mosaik aufgefasst, die sich unendlich verlängern können und somit Unendlichkeit suggerieren. Die Wände im Central sind als Stuckmarmor ausgeführt, einem Imitat echten Marmors, in diesem Fall eines grauen. Die freistehenden Säulen im Raum sind aus "Wöllersdorfer Stein", einem qualitativ hochwertigen Kalkstein, der in Wöllersdorf im Wiener Becken gebrochen wurde. Neben den Säulen im Zentralraum steht ein Klavierflügel. Scannen Sie das Objekt und drücken Sie einmal mit dem Finger auf die Mitte des Bildschirms.“

Darauffolgend wird noch einmal mittels *Ground-Plane*-Funktion ein Piano im Raum augmentiert, der automatisch anfängt, die Aufzeichnung über Kaffeehausmusik und ein Lied von Johann Strauß Vater im Hintergrund abzuspielen.

Abb. 109: augmentierter Klavierflügel neben dem realen



„Viele Kaffeehäuser des 19. Jahrhunderts hatten Klaviere zum Musizieren und Unterhalten. Sie wurden zu ihrem Bestandteil, der bis heute kaum wegzudenken ist. Virtuosität ist in Maßen erlaubt, sofern sie nicht in den Vordergrund tritt, denn die Kaffeehausmusik hält sich stets im Hintergrund mit der Aufgabe Wohlbehagen zu suggestieren. Das Café Central bietet täglich ab 17 Uhr live Klaviermusik für seine Gäste. Gerade zu hören ist: Johann Strauss Vater und die Nummer Kettenbrücke-Walzer, Op.4 (Piano)“

Zu Ende der Geschichte über Kaffeehausmusik erscheint eine Bedientaste mit grünem Häkelchen, der die erfolgreiche Absolvierung des Levels darstellt und die NutzerInnen zurück zum Startmenü bringt, wo sie die Lage des nächsten freigeschalteten zu besuchenden Kaffeehauses erfahren.

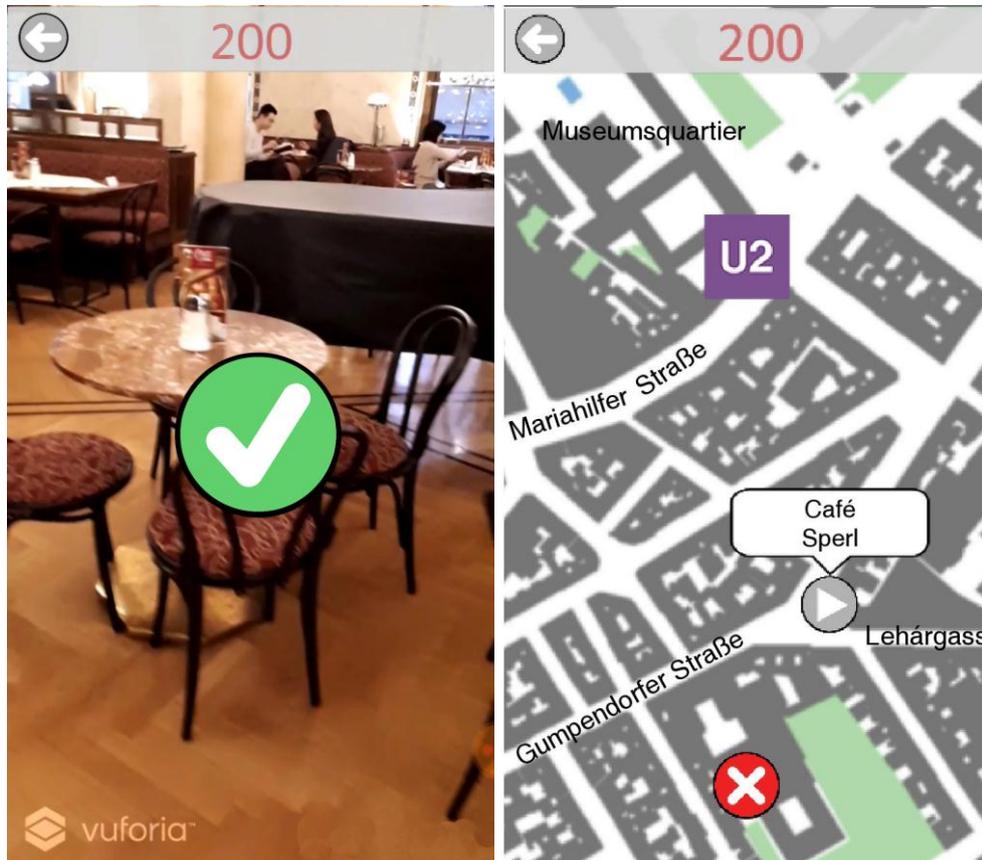


Abb. 110: Darstellung eines erfolgreich absolvierten Levels (links) und das Startmenü mit dem nächsten Level (rechts)

5.6 Vermittlung über Raumaufteilungen, Spiegel als Architekturelement und Billard-Spielen in der Kaffeehausgeschichte

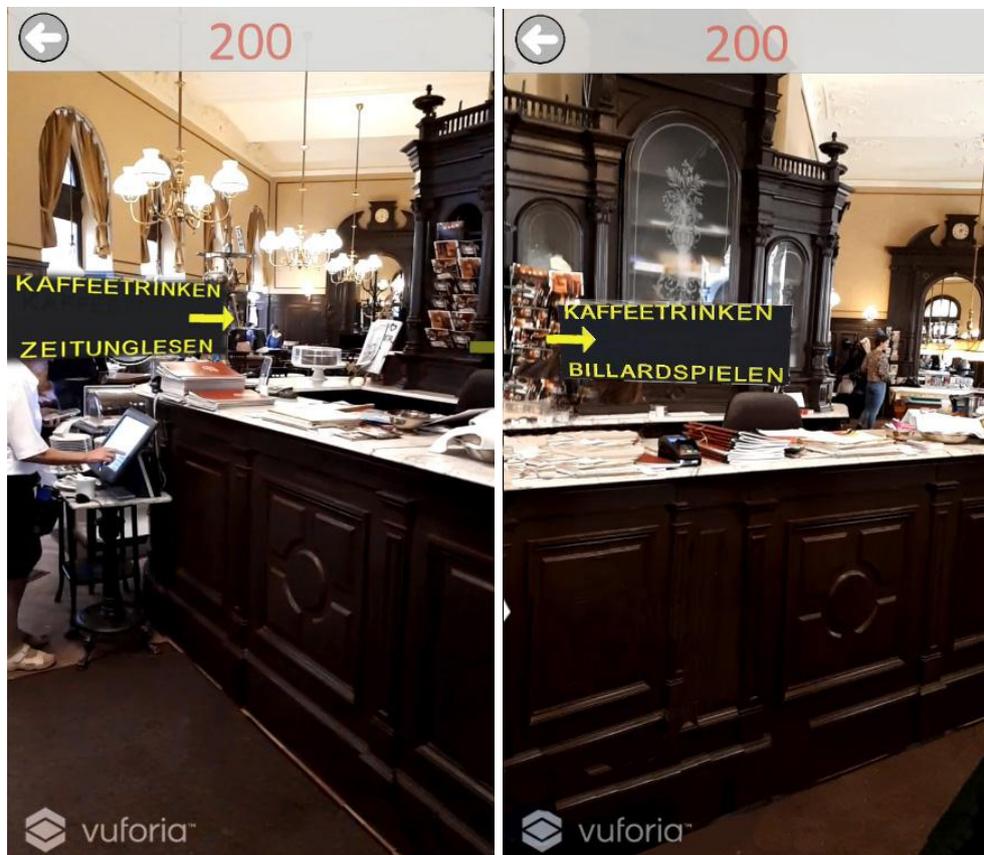
Am Anfang des zweiten Levels soll die Fassade des Café Sperl eingescannt werden. In der Augmentierung werden die SpielerInnen mit Randdaten über die Architekten und das Baujahr des Cafés bekannt gemacht.

Abb. 111: aug-
mentierte Fassa-
de des Café Sperl



Im Inneren wird mittels *Ground Plane Detection* über die Raumaufteilung in zwei Bereiche gesprochen, in die das Kaffeehaus unterteilt ist.

Abb. 112: Infor-
mationen über
die Raumauftei-
lungen in AR



Während man sich mit den Räumen vertraut macht, vermittelt eine Sprachaufzeichnung folgende Informationen:

„Im Inneren ist das Sperl in zwei große Flügel aufgeteilt: links ist ein länglicher Raum zum Zeitunglesen und Kaffeetrinken vorbehalten, während sich rechts ein rechteckiger Raum mit Billardtischen befindet. Wie bei vielen anderen Eckkaffeehäusern aus der Zeit sind die Räume stets im Erdgeschoss und, wenn nötig, in den darüber liegenden Geschossen untergebracht, jedoch niemals im Kellergeschoss, da der Kaffeehausgast verlangt zu sehen und gesehen zu werden.“

Anschließend erscheint ein Umriss am Bildschirm, welcher den Spielenden ein Hinweis zum Augmentieren des großen Spiegels ist. Die zwei Spiegel in den beiden Räumen sind ident, also ist es irrelevant, für welchen sich die NutzerInnen entscheiden. Diese Augmentation wird mit einem UDT ausgeführt, da Spiegel eine reflektierende Oberfläche haben und die eindeutige Zuteilung eines *Image Targets* unwahrscheinlich ist. Dem Nutzer wird jedoch die Silhouette des Spiegels gegeben, sodass die App die Position und den Maßstab des virtuellen Inhalts korrekt berechnen kann. Da es sich hier trotzdem um ein typisches Architekturelement aus der Kaffeehausstradition handelt, werden beim Erstellen des UDTs 100 Punkte gewonnen. So schaut die Augmentierung aus:

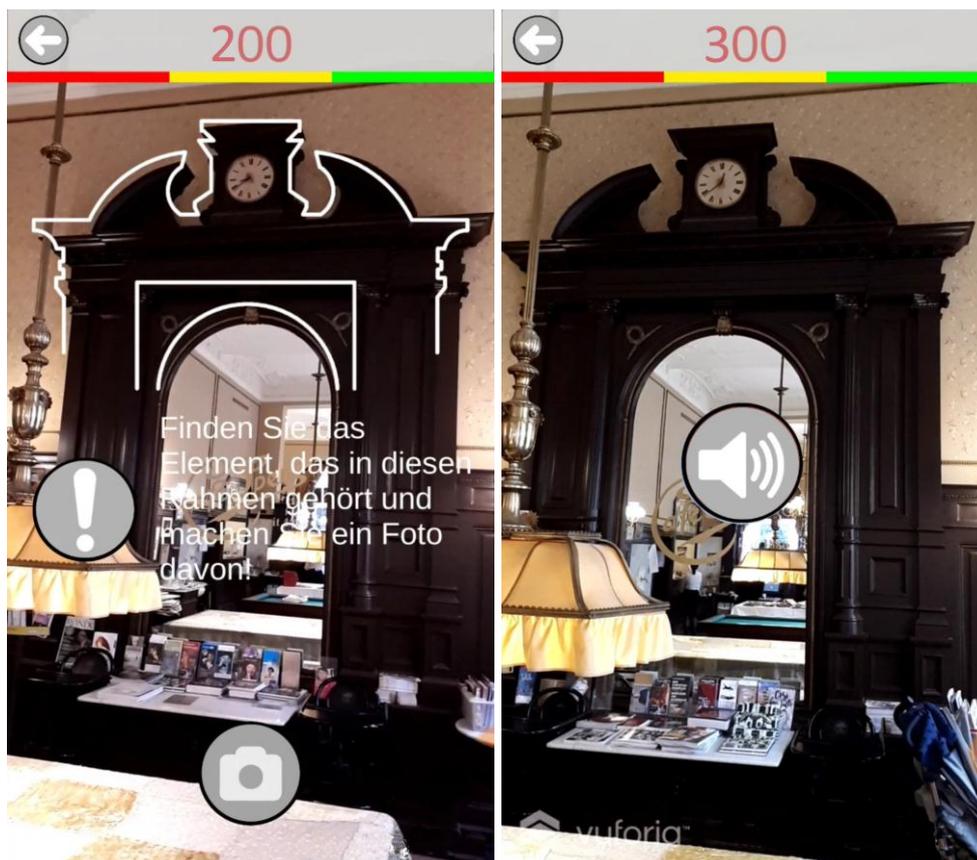


Abb. 113: ein Umriss mit dem Hinweis „Finden Sie das Element, das in diesen Rahmen gehört und machen Sie ein Foto davon!“ regt die NutzerInnen an den Spiegel in der Raumecke zu augmentieren und über Spiegel als Einrichtungsgegenstände zu lernen

„Der große, in dunklem Holz prunkvoll eingefasste Spiegel soll eine optische Vergrößerung des Raumes vortäuschen, weswegen er auch an der Stirnseite des Raumes positioniert ist. Spiegel sind ein unvermeidliches Einrichtungselement, das seit dem 18. Jahrhundert in Kaffeehäusern zu finden ist. Der Einzug von kostbaren Spiegeln ins Wiener Kaffeehaus wird als Zeichen für die Verbürgerlichung

von Spiegelsälen und –galerien, den Kernstücken der höfischen Repräsentationsarchitektur, verstanden. Das Billardspielen war auch ursprünglich als exklusive Freizeit-Beschäftigung der Kaiser und Könige entstanden, bevor Billardtische in Kaffeehäusern aufgestellt wurden. Der Hersteller der Billardtische im Café Sperl sagt Ihnen mehr darüber.“

Somit weist der Spiegel auf das letzte zu findende Objekt hin, das Logo der Hersteller der Billard-Tische im Sperl. Hier handelt es sich um kein Architekturelement, aber da Billard einen wichtigen Platz in der Kaffeehauskultur einnimmt, fungiert das Logo als ein Anhänger für das Vermitteln über Billard-Spielen in Kaffeehäusern:

Abb. 114: das Logo der Hersteller der Billardtische dient als Auslöser für die Vermittlung über das Billard-Spielen in Kaffeehäusern



„Die Firma Seifert erzeugte in den 1890ern Carambol- und Wendebillard (eine Seite ist eine Carambol-Spielfläche, die andere Seite eine Pool-Spielfläche, damals Taschen- oder Lochbillard genannt) und sie stellten schon damals ein Symbol der Eleganz und des Wohlstands dar. Billard ist eines der ältesten Spiele und ursprünglich als exklusive Freizeit-Beschäftigung der Kaiser und Könige entstanden. Nach der Verbreitung in die unteren Schichten der Bevölkerung gehörte es um die Mitte des 19. Jahrhunderts zum guten Ton, Billard zu spielen. Das Café Sperl ist heutzutage eines der letzten Kaffeehäuser in denen man einen Billardtisch sehen kann, obwohl sie einst einen sehr wichtigen Teil der Einrichtung dargestellt haben. Bereits seit Beginn des 18. Jahrhunderts war Spiel hier zuhause, wo die Aufstellung von Tischen gesetzlich geregelt und versteuert wurde.“

An dieser Stelle werden weitere 100 Punkte erzielt und somit ist das Level geschafft und ein Neues wird entsperrt und angezeigt.

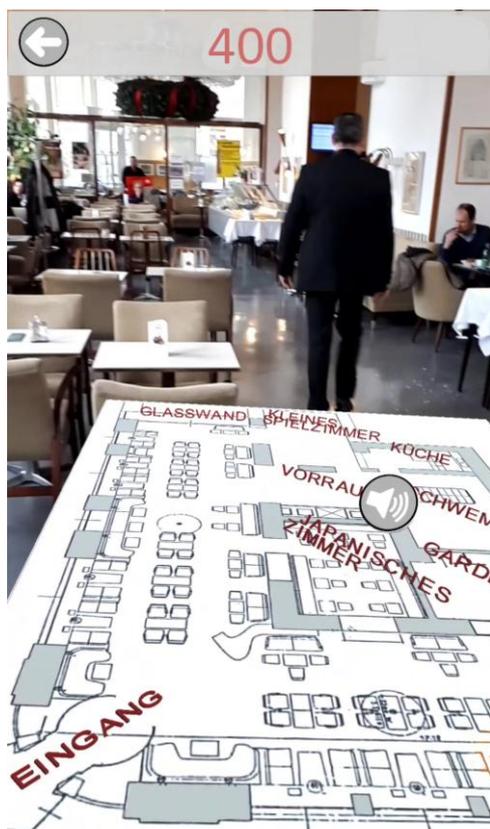
5.7 Vermittlung über Lichtkörper



Abb. 115: Startmenü für das Café Prückel

Bei dem Café Prückel wird eine Augmentierung der Fassade weggelassen, da sie sehr schlicht gestaltet ist und wenige Anhaltspunkte für erste Daten in AR ermöglicht. Das *Level* fängt also inwendig an, mit einem Hinweis zum Aktivieren der *Ground Plane*, die die Geschichte des Lokals näher bringt und gleichzeitig Bezeichnungen der Bereiche in 3D anzeigt, sodass die NutzerInnen ihr Smartphone in unterschiedliche Richtungen halten und sich mit den Räumen bekannt machen können.

Abb. 116: Der Grundriss vom Prückel wird am Boden gezeigt und kann live mit dem gebauten Raum verglichen werden



„Das Café Prückel ist ein Kaffeehaus unverwechselbaren Aussehens, das eine zeitlose Lässigkeit widerspiegelt. Ganz im Gegensatz zu anderen traditionellen Kaffeehäusern fasziniert es durch seine hohen, fast hallenartigen, lichtdurchfluteten Räume, mit reinweißen Wänden, die teilweise von Boden bis Decke verspiegelt sind, um den Räumen mehr Breite zu geben. Es wurde 1903, in der Zeit der blühenden Kaffeehauskultur, vom damaligen Radrenneuropameister Maxime Lurion eröffnet, aber schon nach zwei Jahren wechselte es den Besitzer und wurde von dem Cafétier Prückel verwaltet, der bis heute dem Café seinen Namen gibt. Die originale gründerzeitliche Einrichtung wurde 1928 durch eine Art-Déco-Gestaltung ersetzt, die leider im Zweiten Weltkrieg große Schäden erlitt. In den 1950er Jahren entschied man sich für eine grundlegende Neugestaltung, wofür der bekannte Architekt und Stammgast des Lokals Oswald Haerdtl eingestellt wurde. Haerdtl war einer der bedeutendsten Architekten aus dieser Zeit und war für seine Werke in der Wiener Werkbundsiedlung bekannt. Das Café wird durch einen Windfang betreten, von wo es sich in zwei Raumarme gliedert. Die Stirnseite des rechten Raums ist eine Wand aus Spiegeln, die den Raum länger ausschauen lässt, während sich am Ende des linken Raumes eine Glastür zum großen Spielzimmer befindet. Im Inneren des Cafés, befindet sich ein kleinerer Raum, der das „japanische Zimmer“ genannt wird. Der Vorraum ist mit zwei Tischen ausgestattet und dient den Eigentümern als Aufenthaltsraum.“

Schließlich wird am Bildschirm ein Umriss des Kristallusters eingeblendet, mit Hilfe von welchem die NutzerInnen ein UDT erstellen sollen. Ähnlich wie bei den Spiegeln im Café Sperrl bestehen die Luster aus transparentem und reflektierendem Glas, welches eine mangelhafte Basis für die Wahl eines eindeutigen *Image Targets* darstellt.

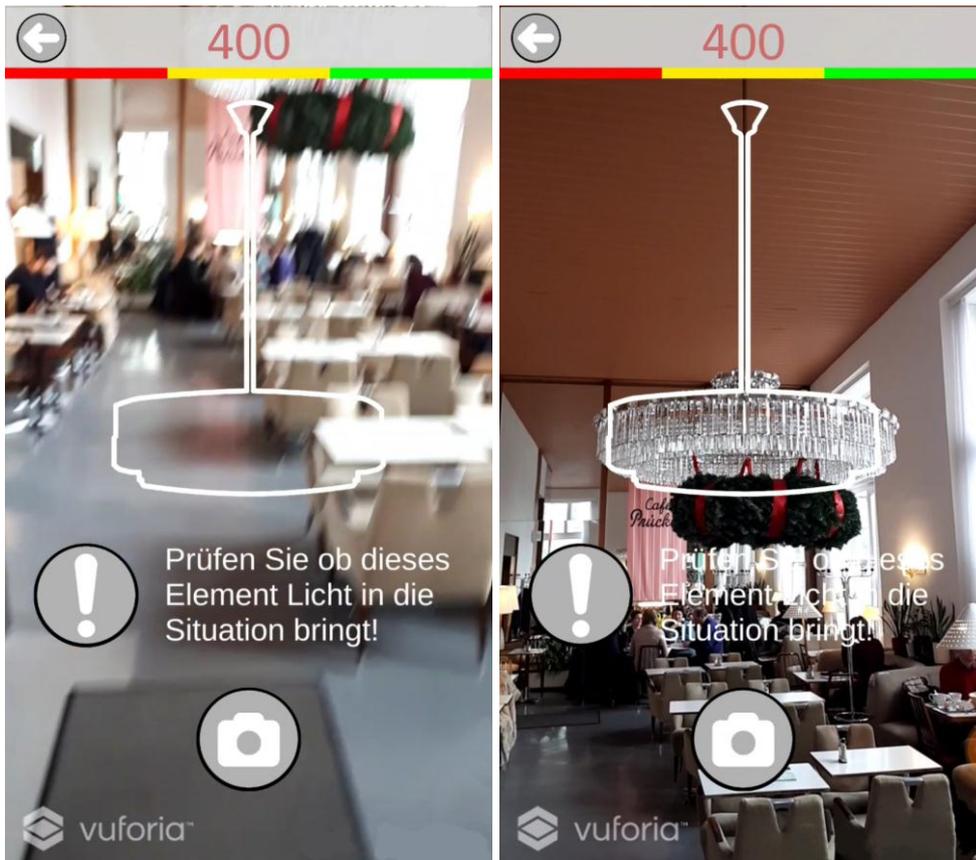


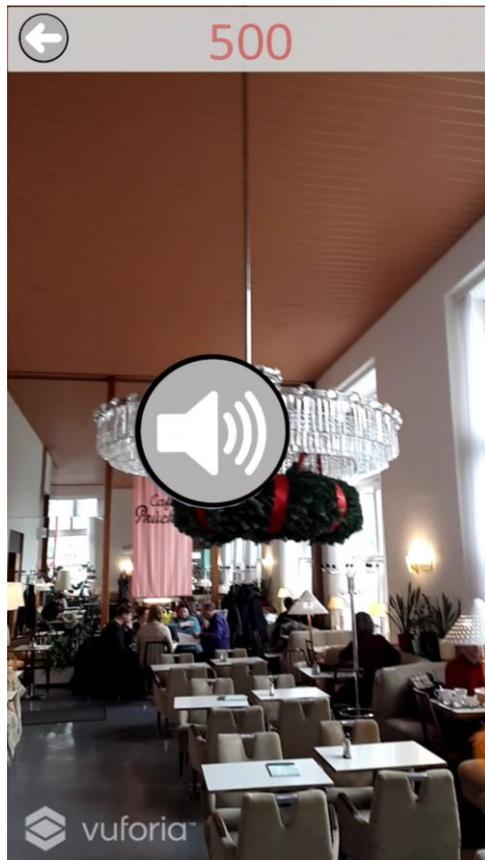
Abb. 117: die Aufgabe zum Kristallluster-Scannen



Abb. 118: Veranschaulichung des Augmentierungsprozesses aus der Sicht eines Dritten

Nichtsdestotrotz bekommen die NutzerInnen 100 Punkte für die Augmentierung der Luster innerhalb des vorgegebenen Rahmens, wobei sie sich nur für einen Luster aus den zwei Raumteilen entscheiden müssen. Folgendes wird über die Luster vermittelt:

Abb. 119: die Lösung die zum Erlangen von Wissen über den Luster führt



„Als zusätzliche Beleuchtung dient pro Raumarm ein riesiger Kristallluster, der speziell für dieses Kaffeehaus von Haerdthl entworfen wurde. Die Kristallluster wurden von der Manufaktur Lobmeyr hergestellt, die in der Nachkriegszeit viele ähnliche Klassiker schuf und Kaffeehäusern einen Hauch Eleganz verlieh. Nach eigenen Worten des Herstellers sind Oswald Haerdthls Entwürfe einige der raffiniertesten und elegantesten, die Lobmeyr je produziert hat. Bei dem Luster im Café Prückel werden 40 Glühbirnen von einem wagenradförmigen Messingring und einem Messingstiel gehalten und sind mit einer Schicht fein geschliffener Kristallstücke bedeckt. Der Luster hat einen Durchmesser von 114cm, wiegt 100kg und wird auf 18 000€ geschätzt.“

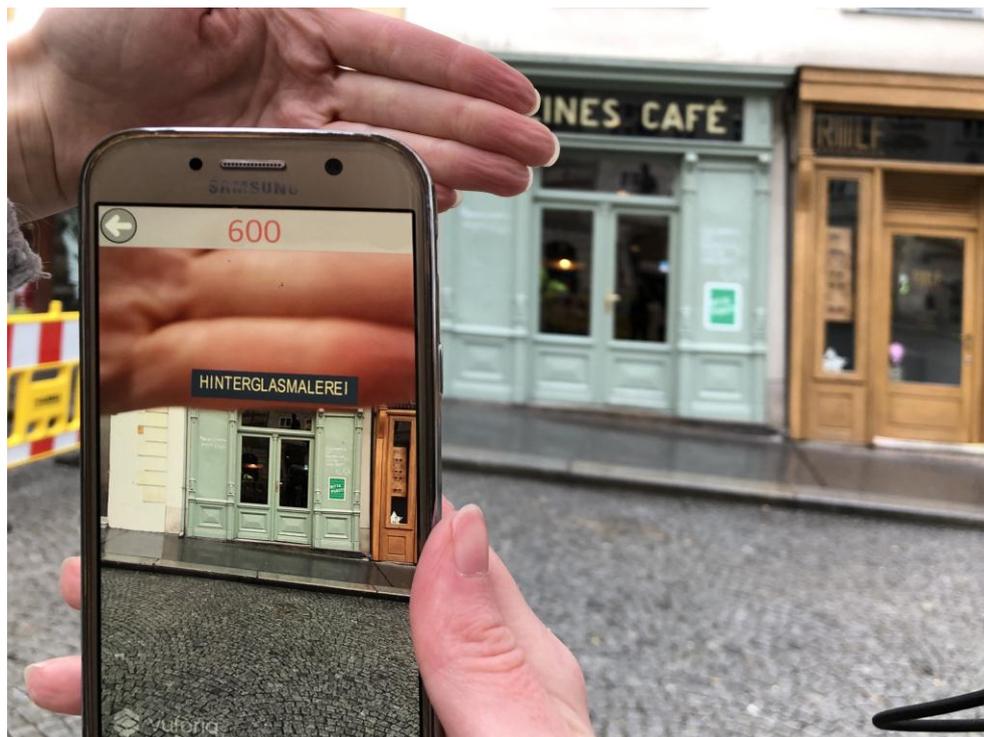
5.8 Vermittlung über Maltechniken, Grundrissentwicklungen und Prototypen von Kaffeehäusern



Abb. 120: Startmenü für das Kleine Café

Da das Eingangsschild des Kleinen Cafés selbst ein markantes Architekturelement darstellt, wird er an dieser Stelle als erstes augmentiert und über seine Ausführungstechnik berichtet. Da die Farbe und Gestaltung des Schildes im Kontrast zum unteren Teil des Portals stehen, ist es ein optimaler Platz für den Einsatz von *Virtual Buttons*. Erst durch das Verdecken des Elementes wird die Sprachaufzeichnung über seine Geschichte und Ausführungstechnik aktiviert. Die erfolgreiche Durchführung dieses Vorgangs wird mit 100 Punkten anerkannt.

Abb. 121: augmentiertes Eingangsschild vor dem Kleinen Café



„Das 1880 entstandene Portal des Cafés und einer ehemaligen Fleischhauerei, wurde türkis-grün gestrichen und das Geschäftsschild, samt Schriftart, von Czech entworfen. Als Ausführungstechnik wurde Hinterglasmalerei gewählt, die eine typische Technik für Geschäftsschilder des 19. Jahrhunderts war. Hier werden Motive an der Rückseite der Glasplatte mit Wasser-, Öl-, Tempera- oder Kaiseinmalerei bemalt. Eine solche Ausführung intensiviert die Farben und verleiht dem Kunstwerk einen dauerhaften Glanz. Anders als bei anderen Techniken, verläuft das Malen in seitenverkehrter Richtung. Diese Herangehensweise bot den KünstlerInnen mehr Freiheit in der Darstellung, da z.B. Logos und Zeichen abgebildet sein konnten, die ein typischer Schriftschnitt nicht ermöglichte. Begeben Sie sich jetzt in das Kleine Café und berühren Sie einmal die Mitte des Bildschirms um über die Entwicklung des Kaffeehauses zu erfahren.“

Im Café selbst werden seine Geschichte und Ausbauphasen mittels wechselnder Paneele am Grundriss erläutert. Dabei wird mit einer *Ground Plane* die Zeichnung am Boden eingeblendet, um den SpielerInnen eine Möglichkeit zu bieten, sich durch den Raum zu bewegen und die Ausbauphasen zu verfolgen. Der entsprechende Bereich, über den die Audiodatei informiert, wird am Grundriss farblich hervorgehoben, so dass man den Fokus leichter halten kann.

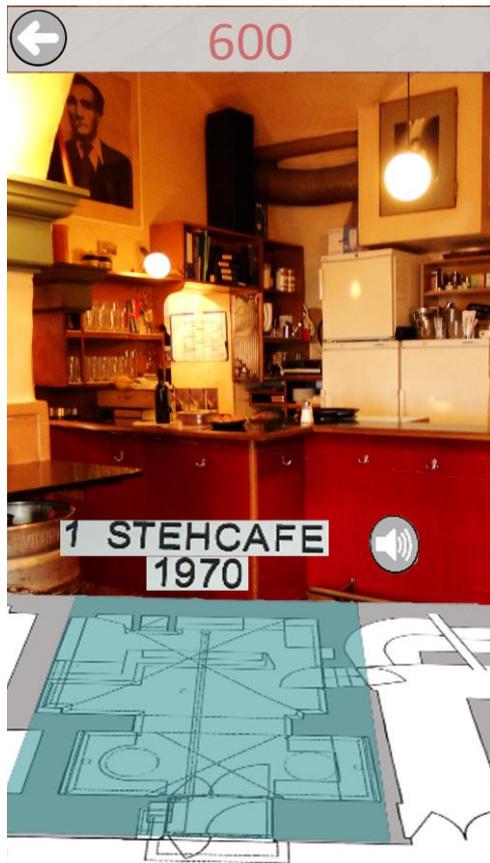


Abb. 122: erste Ausbauphase an einem Ground Plane

„Das Kleine Café ist ein Vorzeigebispiel des Mottos seines Architekten, Hermann Czech, welches „Architektur ist Hintergrund“ lautet. Mit versteckter Lage am Franziskanerplatz, in unmittelbarer Nähe von Geschäften und Menschenmassen, die durch die Innenstadt flanieren, fügt sich das Kleine Café in seinen Dimensionen in die intime städtebauliche Situation ein. Es war ein unkonventionelles Lokal mit kleinen Räumen und niedrigen Decken, das aber ohne Zweifel als Teil der Kaffeehausarchitektur in Wien aufgenommen wurde. Das Kleine Café hat zwei Eingänge von zwei Straßenseiten, zwei Höhenniveaus und wurde von 1970 bis 1985 in vier Ausbauphasen realisiert. Zuerst wurde der „untere Raum“ mit knapp 30m² eingerichtet, in dem bis heute nicht für mehr als zwei Tische und eine Bar Platz ist, an der die Stammgäste stehen. Es wird von der Straße Franziskanerplatz betreten und hat eine einzige Öffnung, die zugleich Tür und Fenster ist. Die Decke des Raums besteht aus zwei ungleich großen Kreuzgewölben, die mit glänzenden Ölfarben bedeckt sind.“

Abb. 123: zweite Ausbauphase am Boden des Sitzcafés



„1973-74 kam der obere Teil des Cafés hinzu, welcher einen Eingang vom eigentlichen Franziskanerplatz hatte und mit dem ersten Raum durch einen Wanddurchbruch verbunden ist, in den vier Stufen eingesetzt wurden. Der Fußboden des hinzugewonnenen Raums liegt wie der Platz rund 60cm höher, also entstand die grundsätzliche Konzeption, dem „Stehcafé“ ein „Sitzcafé“ anzuschließen, wo wo sämtliche visuelle Informationen auf den Bereich unterhalb der Augenhöhe aufgestellt wurden. Über den Rückenlehnen befinden sich Spiegel aus Kristallglas, die mit den Spiegeln auf der anderen Seite des Raumes eine Illusion einer Wandöffnung liefern und so einen Eindruck anschließender Räume schaffen und das eigentliche Raumvolumen vergrößern. Neben den Sitzbänken werden viele andere Elemente aus traditionellen Wiener Kaffeehäusern aufgefunden: Marmortische, Bugholzessel und hängende Zeitschriften.“



Abb. 124: Echtzeit-Vergleich vom Grundriss in AR und dem ausgeführten Bodenbelag

„Einige Jahre später, 1977, gab es in Wien den Vorschlag des Künstlers Karl Prantl, den Stephansplatz mit Platten aus ausrangierten Grabsteinen von Wiener Friedhöfen zu pflastern. Diese Idee übernahm der Architekt und setzte am Boden des unteren Raumes mit der Inschrift nach unten gerichtete Grabsteine ein. Die Platten wurden möglichst ohne Gestaltverlust nach ihrer eigenen Logik verlegt, wodurch das nun sichtbare Muster entstand. Dieses eröffnet – so Czech – unterschiedliche Assoziationsfelder: Die von den Platten umschlossene Figur ähnelt einem Erdsplatt, der das Thema des Todes symbolisiert, das bereits in den Grabsteinen enthalten ist. Weiters erinnerte die Form Czech an die Haut, das Fell von Großwild, wie es mitunter als Teppich verwendet wird, was einen Draht zum ursprünglichen Besitzer des Cafés hatte, der Jäger in Afrika war. Wenn man aber die Gestaltung des Bodens mit der Geschichte des Wiener Kaffeehauses in Beziehung setzt, drängen sich auch Verbindungen zur österreichischen Geschichte der Vertreibung und Ermordung eines Großteils der bekannten, in ihrer Mehrheit jüdischen Kaffeehausbesucher und –besitzer der Jahrhundertwende und der Zwischenkriegszeit auf.“

Abb. 125: Grundriss mit der hervorgehobenen letzten Ausbauphase kann mit dem gebauten Werk in wahrer Umgebung angeschaut und studiert werden



„Die nächste große Maßnahme, die im Kleinen Café unternommen wurde und auch die jetzige Situation darstellt, war der Einbau von Toiletten, die sich davor in dem Stiegenhaus des Hauses befanden, in dessen Erdgeschoß das Kaffeehaus untergebracht ist. Im ehemaligen Gassenladen neben dem ursprünglichen Eingang ins Kleine Café wurde ein Sanitärbereich ausgebaut, der jetzt vom Inneren des Cafés begehbar ist. Der Zugang zum ehemaligen WC wird stiegenhausseitig zugemauert und in Folge als Schrank genützt. Ein gewölbter Durchgang, direkt neben den Stufen, die die zwei Räume verbinden, führt zu einem Vorraum, in dem sich symmetrisch im Winkel von ca. 150 Grad Eingangstüren zu zwei Toiletten befinden.“

An dieser Stelle ist das *Level* abgeschlossen und das nächste wird auf der Wien-Karte freigeschalten.

5.9 Vermittlung über Decken als Architekturelement

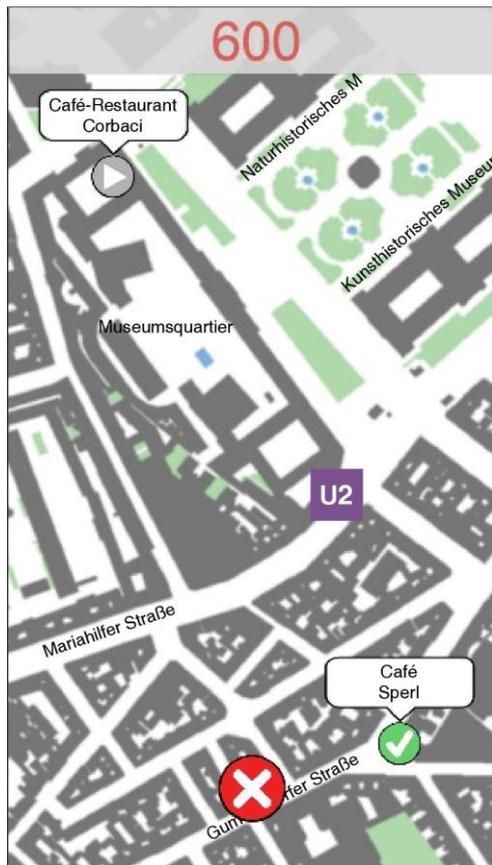
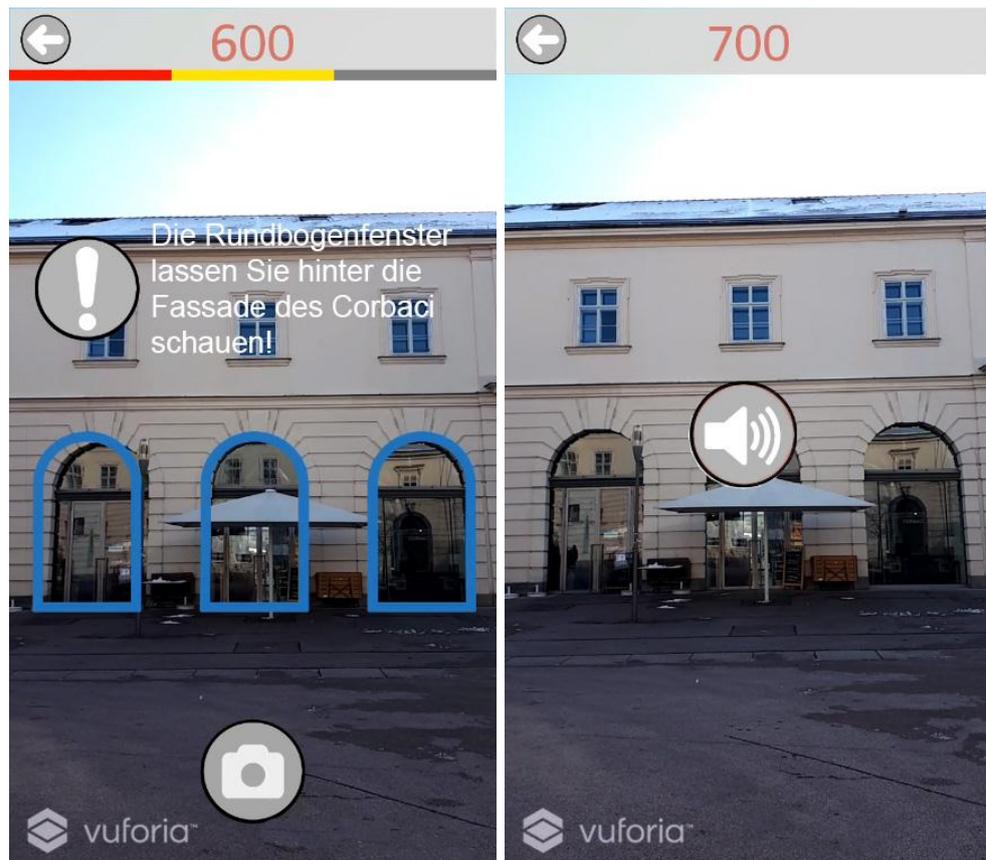


Abb. 126: Startmenü für das Café-Restaurant Corbaci

Am Anfang des *Levels* wird das Eingangsportal eingescannt, um erste Informationen zu erlangen, beispielsweise die Architekten und das Baujahr. Wegen der schlichten Fassade, der wechselnder Präsenz des Schanigartens und großen Glasflächen wird erneut ein UDT für die Augmentierung erzeugt. Der Umriss von nur einem Fenster weist die NutzerInnen darauf hin, welches Areal der Fassade für die Augmentierung genügt. Für die Erzeugung des UDTs werden 100 Punkte erteilt.

Abb. 127: Erzeugung eines UDTs und die folgende Augmentierung der Fassade vom Corbaci



„Das Corbaci befindet sich in der Erdgeschosszone des MuseumsQuartiers, dessen Gastraum ein rechteckiger Saal mit direktem Bezug zu den Außenräumen des Geländes ist und in Richtung Nord-Süd durch große Fensterflächen belichtet ist. Für den Entwurf und die Gestaltung des Café-Restaurants waren die französischen Architekten Anne Lacaton und Jean Philippe Vassal verantwortlich. Die Räume des heutigen „Café Restaurant Corbaci“ wurden 2001 für das damalige Café Una gestaltet und entworfen und wurden bei der Übernahme vom neuen Eigentümer 2011 nicht verändert.“

Die Architekturzeichnungen des Café-Restaurants – Grundrisse und Schnitte – sind als verschachteltes 3D-Modell zusammengesetzt worden, welches mittels der *Ground-Plane*-Funktion aufgerufen und am Bildschirm angezeigt wird. Wenn die NutzerInnen bei der Aktivierung der *Ground Plane* korrekt positioniert stehen, ersetzen die virtuellen Zeichnungen die reale Umgebung am exakten Platz, so dass sie in Echtzeit verglichen werden können. Das Modell trägt zusätzliche Informationen über die Stühle und Tische im Corbaci, die, wenn sie angeklickt werden, Daten über den Hersteller und die Einrichtungsgegenstände geben.

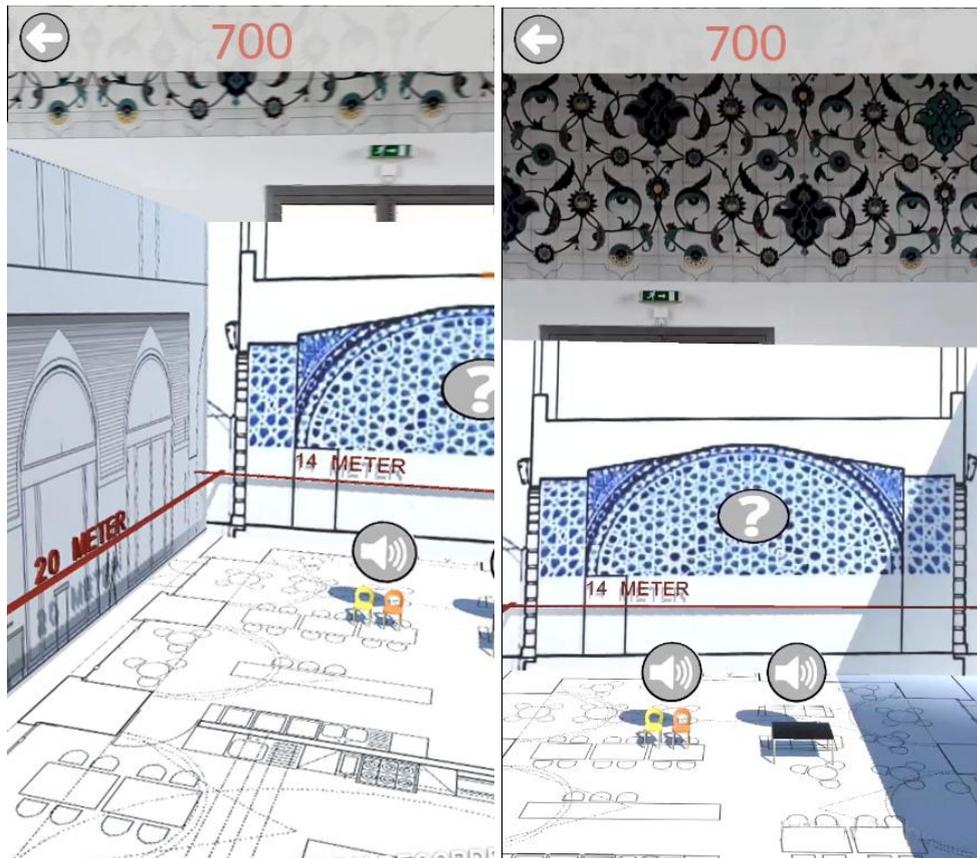


Abb. 128: Kubus mit dem Grundriss, Schnitten und Einrichtungsgegenständen die in virtueller Umgebung angeschaut und analysiert werden können

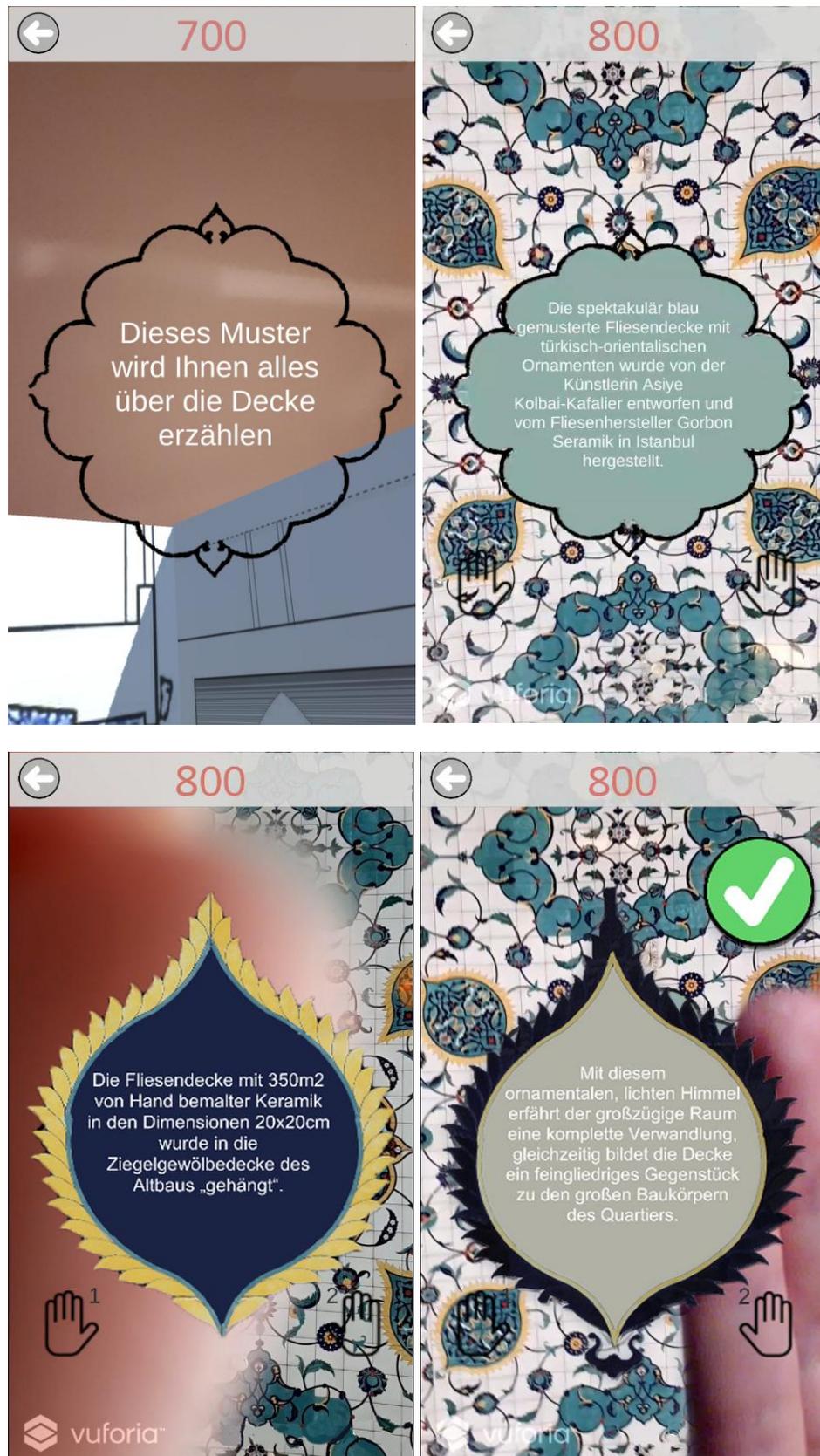
„Die Stühle im Corbaci kommen, wie die Tische, aus der Serienproduktion der österreichischen Firma HUSSL aus Tirol. HUSSL gibt es seit 1976, inzwischen in der zweiten Generation. Seit Beginn lag der Schwerpunkt des Unternehmens auf der Erzeugung von Sitzmöbeln und Tischen aus Holz. Die Stühle im Corbaci sind das Modell ST6, der kompakt, bunt und äußerst variabel ist. Der Stuhl ist schön, stabil und vielseitig einsetzbar. In seiner Form knüpft er an die Tradition österreichischer Kaffeehäuser an. Die unterschiedlichen Rückenlehnen und farblichen Kombinationsmöglichkeiten lassen ein breites Spektrum an Stilen und Gestaltungsmöglichkeiten zu. Während die Sitzflächen aus Holz sind, wurden die Rückenlehnen aus Formsperrholz ausgeführt, um so eine feste, aber leichte Konstruktion zu gewährleisten.“

„Die Tische im Corbaci sind das Modell TC4. TC4 ist ein leichter, stabiler Tisch und eignet sich für eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Er lässt sich problemlos in verschiedenste Räume integrieren, weil er einfach gebaut ist: von quadratisch bis rechteckig, außerdem leicht, und gut zu bewegen. Durch solide handwerkliche Ausführung und strapazierfähige Oberflächen ist TC4 bestens geeignet für den harten Einsatz im Objektbereich.“

Weiters zeigt ähnlich wie bei UDTs der Umriss eines Ornamentes von der Decke den SpielerInnen, welches Element zu scannen ist. An dieser Stelle wird jedoch ein klassisches *Image Target* benutzt, der Rahmen dient lediglich zur Definierung des Ausschnittes der Decke. Nachdem das Ornament erkannt ist, wird der Umriss ausgefüllt und Informationen über die Künstlerin, die die Motive entworfen hat und die Hersteller gegeben. Durch *Virtual Buttons*, deren Position im Bezug zum Hauptelement ebenfalls eingeblendet ist, wird der Inhalt gewechselt und weiteres Wissen vermittelt. Die bunte

Vielfalt an Mustern an der Decke bietet eine stabile Grundlage für deren Augmentierung, die die Smartphonekamera mit Leichtigkeit ausführen kann und für welche die TeilnehmerInnen 100 Punkte erhalten.

Abb. 129: Augmentierung der bunten Decke im Corbaci mit dem Hinweis (oben links) und der Lösung (oben rechts und unten), bei der Panneele mit Virtual Buttons gewechselt werden



5.10 Vermittlung über Möbelstoffe und Decken

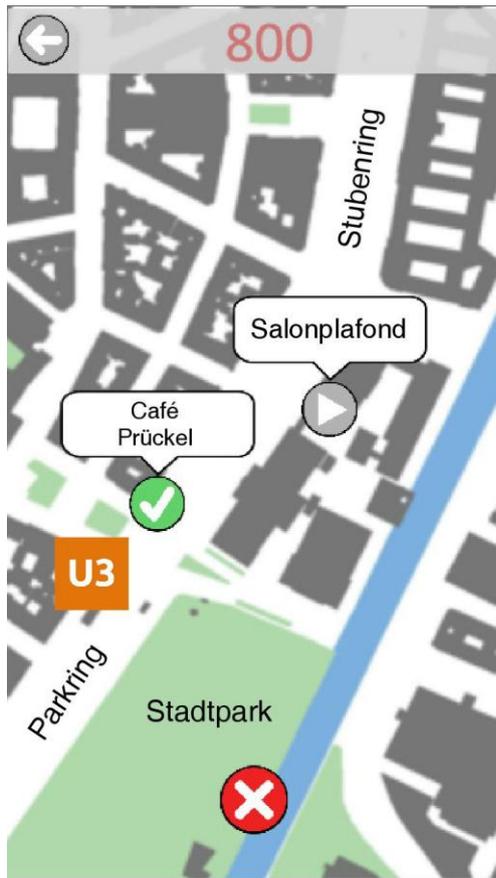


Abb. 130: Startmenü für das Salonplafond

Schlussendlich wird das Salonplafond im MAK von den SpielerInnen besucht. Die große hölzerne Eingangstür ist das erste *Image Target* in diesem *Level*, das augmentiert wird. Da die Punkte des *Image Targets* zu meist um das Eingangsschild mit dem Logo des Lokals konzentriert sind, wird die Tür bei beiden möglichen Umständen erkannt – sowohl offen, als auch geschlossen. Der virtuelle Inhalt führt die Spielenden in die Geschichte des gesamten Gebäudes und des heutigen Wirtschaftslokals ein.

Abb. 131: Augmentierung der Eingangstür



„Das Salonplafond befindet sich in einem ehemaligen Ausstellungsraum des Museums für angewandte Kunst (MAK) aus 1871 in einem Gebäude von Heinrich von Ferstel. Es wurde Anfang der 1990er Jahre von Hermann Czech unter dem Namen MAK Café entworfen und als modernes Kaffeehaus eingerichtet, wurde aber nach seiner Stilllegung 2015 durch neue Eigentümer, die nach einer modernen Interpretation des traditionellen Wiener Wirtshauses strebten, ersetzt. Das Restaurant beherbergt den großen Gastraum sowie einen im Innenhof liegenden versteckten Gastgarten mit Außenbar und Liegestühlen auf der großen Wiese.“

Im Inneren werden die NutzerInnen mit Hinweisen dazu aufgefordert die bunten Sofabezüge im Sitzbereich des Salonplafonds zu scannen. Da sich die Motive unregelmäßig auf den Möblierungselementen befinden, bzw. kein Sofa die gleiche Anordnung von Motiven wie ein anderes hat, wurde als *Image Target* ein großer Ausschnitt in der App registriert, um sicherzugehen, dass der Stoff bei jeder Gelegenheit erkannt wird.

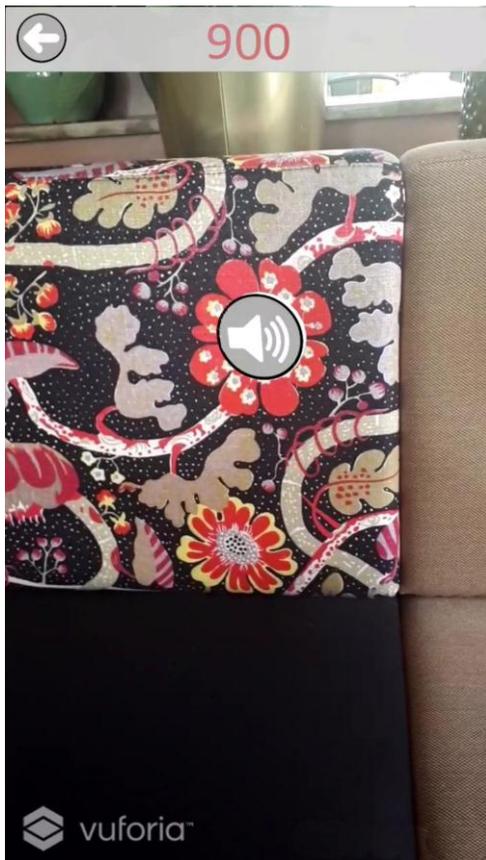


Abb. 132: augmentierter Möbelstoff "Mirakel"

„Dieser Stoff wurde vom Architekten Josef Frank in den 1920er Jahren entworfen und stammt aus der Serie "Mirakel", die von der schwedischen Firma Svenskt Tenn produziert wurde. Für Josef Frank war die Verwendung von Farben und Formen der Natur in der Innenarchitektur eine Möglichkeit, in geschlossenen Räumen zu atmen und sich frei zu fühlen und meinte dazu: Es ist ein Wunder (Mirakel), dass so eine kleine Wiederholung die Quelle von etwas so Großartigem sein kann.“

Zu Ende des Levels wird die imposante Decke im Salonplafond augmentiert.

Abb. 133: die Augmentierung der Decke ist die letzte Augmentierung innerhalb der App, wobei 1000 Punkte erreicht werden



„Die denkmalgeschützte Kassettendecke ist aus Holz und besteht aus vertieften Feldern zwischen querüberlaufenden Balken und auch die Inspiration für den Namen des neuen Restaurants darstellt. Diese prachtvolle Art der Deckenverzierung mit Ornamenten und Sandfarben war ein ungewöhnliches Element in der Zeit seines Entstehens, da weiße, mit Gold verzierte Stuckdecken fast überall zu sehen waren. Stuck ist ein Gemisch aus Gips, Kalk, Sand und Wasser zur Formung von Plastiken und Ornamenten.“

Nach dem Ende der Audiodatei über die Decke im Salonplafond, werden die SpielerInnen darüber informiert, dass sie am Ende des Spiels angekommen sind, alle Kaffeehäuser besucht und alle 1000 Punkte gesammelt haben. Sie werden zum Startmenü geleitet, wo sie ein Kaffeehaus-Abzeichen als Belohnung bekommen, der, wenn angeklickt, einen Gutschein über 5€ freischaltet und der in einem Kaffeehaus nach eigener Wahl einlösbar ist.



Abb. 134: Kaffeehaus-Abzeichen und Gutschein als Belohnung für die Absolvierung des Spiels

Da die Dauer der *Levels* nicht vorgegeben ist, gibt es auch keinen Zeitraum, in dem das Spiel absolviert werden muss. Der Grundgedanke in diesem Serious Game war sein eigenes Tempo zu finden und zu verfolgen, während man über Architekturelemente lernt. An diesem Punkt wurden die SpielerInnen durch einen Zeitraum von insgesamt 142 Jahren geführt und hatten die Möglichkeit Architekturwissen auf eine neue und erlebnisreiche Weise vermittelt zu bekommen, die sie hoffentlich dazu motiviert, sich weiter mit der Architektur und Augmented Reality zu beschäftigen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Der Erfolg von Augmented Reality im Verbrauchermarkt kann unzweifelhaft durch seine Verfügbarkeit, einfache Handhabung und den Spaßfaktor nachvollzogen werden und sein Potenzial in der Architekturvermittlung ist unbestritten. Die Möglichkeit, statische Gebäudeelemente in eine Plattform für Lernprozesse zu verwandeln, ist ein Mehrwert, der AR zu einem leistungsfähigen Instrument macht, welches weit über die Grenzen herkömmlicher Lernmethoden geht.

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte AR-App weist praktische Eigenschaften auf, mit denen ein scheinbar undynamischer Vorgang wie die Architekturvermittlung gamifiziert und einem breiten Publikum unterbreitet werden kann. Die Kombination von pragmatischen Lernmethoden und motivierendem Einfluss von Spielelementen verspricht eine volle Immersion in das Serious Game, mit dem den Spielenden mittels einer „hands on“ Methode die Architektur näher gebracht wird. Mit strukturierten und einfach zu bestehenden *Levels* wird selbst SpielerInnen mit geringen Vorkenntnissen einschlägiges Wissen über Architekturelemente in Kaffeehäusern vermittelt. Die Verknüpfung des Spieles mit einer wahren Umgebung wirkt sich ebenfalls auf die Motivation und Veränderung der Prioritäten der NutzerInnen aus. Wiens Kaffeehäuser stellen ein ideales Arbeitsobjekt für die Anwendung von Augmented Reality dar, da sie prunkvoll und charakteristisch eingerichtet sind und somit zahlreiche Anhaltspunkte für Augmentierungen bieten. Außerdem ist die Zusammenführung der historischen Räumlichkeiten mit neuen Technologien anregend und die Einbindung von digitalen Lernmethoden in die Kaffeehaus tradition erweist sich als beachtenswert.

Da die Architektur hauptsächlich durch Fakten bzw. Beschreibungen vermittelt wird, musste eine einfache Darstellungsweise entwickelt werden. Wegen etwaiger Hürden wie perspektivischen Verzerrungen oder beschränkter Lesbarkeit mussten lange Texte in dreidimensionalem Raum vermieden werden, weswegen Augmentierungen zumeist als übliche zweidimensionale UI-Texte in Sprechblasen, schwebende Buchstaben im dreidimensionalen Raum und Audioaufzeichnungen erfolgen. Diese Lösung eliminiert die Vermittlung der Kenntnisse im handelsüblichen Leseformat. AR hat sich dabei als ein nützliches Werkzeug für dynamische und kompakte Erläuterungen erwiesen. Eine Option, mit der man sich in diesem Projekt nicht auseinander gesetzt hat, ist die Informationsanzeige durch GPS, da der GPS-Empfang ungenau ist und in Gebäuden und in dicht bebauten Stadtteilen generell reduziert bis unmöglich ist. Für Outdoor-Apps ist diese Technologie jedoch ein Thema, das auf jeden Fall in Erwägung zu ziehen ist.

Auch bei anderen Sachverhalten im technischen Bereich gibt es Raum für Verbesserungen, die zu erwähnen sind. Eine herausfordernde Angelegenheit, die während der Entwicklung der App vorgekommen ist, sind reduzierte Scanmöglichkeiten in schlechten Lichtverhältnissen. Direktes Sonnen-

licht führt zum Spiegeln gewisser Materialien oder zur Verschattung von Elementen, weswegen manche Architekturelemente nicht immer erkannt werden können; aber eine genauso große Hürde ist das Scannen bei Nacht, wo die Kamera die Referenzbilder teilweise überhaupt nicht registriert und die Augmentierung nicht zustande kommt. Derzeit sind bereits erste Smartphones auf dem Markt, die solche Probleme mit sog. *High Dynamic Range Displays* eliminieren können, die einen breiteren Umfang von Farben, Kontrasten und Helligkeitsstufen als übliche Geräte aufnehmen und reproduzieren können. Auch geläufige Endgeräte mit Tiefenwahrnehmung helfen dabei, die reale Umgebung dreidimensional zu erfassen und perspektivischen oder okklusionsbasierten Herausforderungen standzuhalten. Die Beseitigung dieser Hindernisse wäre ausschlaggebend für eine kommerzielle Verbreitung der App. Darüber hinaus wären für die Qualitätssicherung Evaluierungen der tatsächlichen Wissensvermittlung in Form von Benutzertests notwendig.

Eine weitere Idee für die Erweiterung dieses Spieles wäre die Übersetzung auf mehrere Sprachen, sodass ein noch breiteres Publikum angesprochen wird, als auch die Einstellung von professionellen SprecherInnen für den Audioteil der App. Im thematischen Sinne käme die Einschränkung von Kaffeehäusern auf eine einzelne Zeitepoche in Frage, oder das Miteinbeziehen von Informationen aus anderen Lebensbereichen jenseits der Architektur wie beispielsweise die damalige Wirtschaftslage und eine exemplarische Gegenüberstellung von Bauwerken aus der ganzen Welt aus dem gleichen Zeitraum. Die Anpassung der App für Architekturoptimierung wäre ebenfalls eine Option für künftige Projekte.

Die Weiterentwicklung der Technologie, die absteigenden Preise der Endgeräte und die ständig wachsende Anzahl von technikaffinen BenutzerInnen werden auf jeden Fall dazu beitragen, dass AR in den kommenden Jahren in allen Aspekten des Lebens zu Einsatz kommen wird. Die Architekturvermittlung und die Art des Lernens im Allgemeinen werden durch diese zukünftigen Fortschritte auf eine neue Art durchgeführt. Da die Programmierkenntnisse der Bevölkerung stetig am Steigen sind, sind mit Sicherheit nutzergenerierte AR-Apps zu erwarten. Die Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeiten von Smart Glasses trägt ebenso dazu bei, dass Apps wie diese bald ohne *Handheld*-Geräte funktionieren können. Im Oktober 2018 wurde bei der Augmented World Expo (AWE) eine Idee für eine einzelne, gemeinsam genutzte *Cloud* vorgestellt, in der alle Elemente, die in beliebigen AR-Anwendungen existieren und mit einem geografischen Standort verknüpft sind, erfahrbar und zugänglich sind (Open AR Cloud Org), was die Zusammenarbeit und die Teilnahme mehrerer SpielerInnen ermöglicht. All diese Fortschritte beweisen, dass das Potenzial von AR nicht länger theoretisch ist, sondern langsam zum fest etablierten Teil der Gegenwart wird.

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei meinen Eltern Kemal und Adisa bedanken, die den größten Teil meines Studiums finanziert haben und mir die Unterstützung gaben, nach Österreich zu ziehen und meinen Masterabschluss an der TU Wien vollzuziehen. Des Weiteren geht ein riesiges Dankeschön an meinen Freund Milutin, der mich während der gesamten Ausarbeitung der Diplomarbeit moralisch, informatisch und fotografisch unterstützte und mir Unmengen an Liebe und Lachen schenkte. Danke an Samir, der mich aus großer Entfernung anfeuerte und an mich glaubte. Danke an Tedi, die die tollste Mitbewohnerin war und meine Studentzeit in Wien auf alle möglichen Weisen bereicherte. Danke an meine Chefs Markus und Robin, die immer zuvorkommend und einsichtig waren, was meine Arbeit und Zeiteinteilung im Büro anging. Danke an Adriene Mishler, deren Yoga-Übungen mir stets den notwendigen Kick zum Schreiben gaben. Danke an Nemanja für das Korrekturlesen dieser Arbeit.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinem Betreuer Peter Ferschin bedanken, der mein Projekt mit viel Engagement betreute. Sein Input und Feedback während der Korrekturen waren die wertvollste Verstärkung für das Gelingen dieser Arbeit.

Anhang

Literaturverzeichnis

- Handbuch der Architektur.* (1904). Stuttgart, 4. Teil, Halbband 4.
- Abt, C. C. (1970). *Serious Games.* New York, NY: The Viking Press.
- Arnis, C., & Brigmanis, K. B. (2013). 3D Outdoor Augmented Reality for Architecture and Urban Planning. *Procedia Computer Science* 25 (S. 71-79). Valmiera: Elsevier B.V.
- Aynsley, J. (2013). Graphic and Interior Design in the Viennese Coffeehouse around 1900: Experience and Identity. In C. Ashby, T. Gronberg, & S. Shaw-Miller, *The Viennese café and Fin-de-siècle culture* (S. 158-177). New York: Berghahn Books.
- Barbero, A., & Rieger, B. (2017). *Melange der Poesie: Wiener Kaffeehausmomente in Schwarzweiß.* Wien: Kremayr & Scheriau GmbH & Co. KG.
- Baumgartner, M. (2016). *Digitale Stadtmodelle durch Gamification: Exemplarische Simulation einer Umfahrungsstraße St. Pölten, Dipl. Arb.* Wien: Technische Universität Wien.
- Bimber, O., & Raskar, R. (2005). *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds.* USA: A K Peters.
- Björk, S., & Holopainen, J. (2004). *Patterns in Game Design.* Boston: Charles River Media.
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, (S. 659-669).
- Derryberry, A. (2007). *Serious games: online games for learning.* Online Publikation: White Paper, Adobe Systems Incorporated.
- Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. E., & Dixon, D. (2011). Gamification: Toward a Definition. *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings*, (S. 12-15). Vancouver.
- DiPietro, M., Ferdig, R. E., Boyer, J., & Black, E. W. (2007). Towards a Framework for Understanding Electronic. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16(3), 225-248.
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P., & Rampoux, O. (2011). Origins of Serious Games. In M. Ma, A. Oikonomou, & L. C. Jain, *Serious Games and Edutainment Applications* (S. 25-43). London, GB: Springer.

- Eck, R. V. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless.... *EDUCAUSE Review* 41(2), 16-30.
- Feiner, S., MacIntyre, B., Hollerer, T., & Webster, A. (1997). A touring machine: prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. *Digest of Papers. First International Symposium on Wearable Computers*, (S. 74-81). Cambridge.
- Fond, A., Berger, M.-O., & Simon, G. (2017). Facade Proposals for Urban Augmented Reality. *ISMAR 2017 - 16th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. Nantes: URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8115402>, abgerufen am: 11. Oktober 2018.
- Fonseca, D., Villagrasa, S., Navarro, I., Redondo, E., Valls, F., & Sánchez, A. (2017). Urban Gamification in Architecture Education. *WorldCIST 2017: Recent Advances in Information Systems and Technologies* (S. 334-341). ohne Ortsangabe: Springer International Publishing AG.
- Gamma, E. (1995). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Boston: Addison-Wesley Professional.
- Ganguin, S. (2010). *Computerspiele und lebenslanges Lernen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien.
- Geitz-Manstein, P. (2011). *Historie von Augmented Reality Anwendungen*. Mainz: Universität Koblenz-Landau.
- Grafe, C. (2007). *Cafes and bars : the architecture of public display*. London: Routledge.
- Gugitz, G. (1940). *Das Wiener Kaffeehaus. Ein Stück Kultur- und Lokalgeschichte*. Wien: Dtsch. Vlg. f. Jugend u. Volk.
- Heise, U. (1996). *Kaffee und Kaffeehaus: eine Bohne macht Kulturgeschichte*. Leipzig.
- Hoblitz, A. (2015). *Spielend Lernen im Flow: Die motivationale Wirkung von Serious Games im Schulunterricht*. Wiesbaden, Deutschland: Springer VS.
- Höhl, W., & Broschart, D. (2015). Augmented Reality in Architektur und Stadtplanung. *gis.SCIENCE*, 20-29.
- J. Park, J. K.-Y.-G.-T. (2018). Soft, smart contact lenses with integrations of wireless. *Sci. Adv.* 4, eaap9841.

- Jain, A., Das, D., Gupta, J. K., & Saxena, A. (2015). Planit: a crowdsourcing approach for learning to plan paths from large-scale preference feedback. *2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (S. 877-884). ohne Ortsangabe: IEEE.
- Juul, J. (2005). *Half-real: video games between real rules*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kelle, S., Klemke, R., & Specht, M. (2011). Design patterns for learning games. *Int. J. Technology Enhanced Learning* 3(6), 555-569.
- Kosyрева, O., Schönauer, C., Kaufmann, H., Vonach, E., & Gerstweiler, G. (2012). *Analyzing the Feasibility of PTAM based Localization Algorithms in Large Environments on Mobile Devices*. Wien: E188 - Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology.
- Kretschmer, H. 1. (2015). *Reclams Städteführer Wien: Architektur und Kunst*. Stuttgart: Reclam.
- Kretschmer, H. 2. (2006). *Kapuziner, Einspänner, Schalerl Gold : zur Geschichte der Wiener Kaffeehäuser*. Wien: Verein für Geschichte d. Stadt Wien.
- Kuß, E. m. (2018). *Hermann Czech : Architekt in Wien*. Zürich: Park Books.
- Lampert, C., Schwinge, C., & Tolks, D. (2009). Der gespielte Ernst des Lebens: Bestandsaufnahme und Potenziale von Serious Games (for Health). *Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 1-16.
- Majury, K. (2014). Imagination made red in blockholm. *GeoInformatics* 17(1), 10.
- Marlow, C. M. (2009). Games & Learning in Landscape Architecture. *Digital Landscape Architecture, Proceedings of Presented Papers 21-23 May, 2009 - Malta* (S. 236-243). Bernburg, Deutschland: Anhalt University of Applied Sciences / Hochschule Anhalt (FH).
- Michael, D. R., & Chen, S. M. (2006). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Online Ausgabe: https://www.researchgate.net/publication/234812017_Serious_Games_Games_That_Educate_Train_and_Inform.
- Milgram, P., & Kishino, F. (December 1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems, Vol E77-D*, 1321-1329.

- Milovanovic, J., Moreau, G., Siret, D., & Miguët, F. (2017). Virtual and Augmented Reality in Architectural Design and Education: An Immersive Multimodal Platform to Support Architectural Pedagogy. *17th International Conference, CAAD Futures 2017*. URL: https://www.researchgate.net/publication/319665970_Virtual_and_Augmented_Reality_in_Architectural_Design_and_Education_An_Immersive_Multimodal_Platform_to_Support_Architectural_Pedagogy, abgerufen am: 11. Oktober 2018: Istanbul.
- Mischkulnig, L. (2017). Corbaci. In A. Barbero, & B. Rieger, *Melange der Poesie: Wiener Kaffeehausmomente in Schwarzweiß*. ohne Angabe: Kremayr & Scheriau.
- Neue Zürcher Zeitung. (2001). Baukunst im Museum: Eröffnung des Architekturzentrums Wien. *Neue Zürcher Zeitung*, 57-58.
- Niedermaier, S. (2012). *Augmented Reality on Mobile Devices for Architectural Visualisation, Dipl. Arb.* Wien: Technische Universität Wien.
- ÖRAG. (1986). *Bericht über die Revitalisierung des Palais Ferstel*. Wien: ÖRAG; Österreichische Realitäten-Aktiengesellschaft.
- Piekarski, W., & Thomas, B. (2002). ARQuake: The Outdoor Augmented Reality Gaming System. *Communications of the ACM* 45(1), 36-38.
- Play the City. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von Play the City: <https://www.playthecity.nl/page/15795/our-services>
- Poplin, A. (2011). Games and Serious Games in Urban Planning: Study Cases. *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2011: ICCSA 2011: Computational Science and Its Applications - ICCSA 2011* (S. 1-14). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York.
- Psutka, T. K. (2002). *Kleiner Brauner und Melange in der Provinz: Die Geschichte der Welser Kaffeehäuser vom späten 18. Jahrhundert bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts, Mag.-Arb.* Salzburg: Universität Salzburg.
- Rash, C. E., & Martin, J. S. (2018. August 1988). *The Impact of the U.S. Army's AH-64 Helmet*. ohne Angabe: U.S. Army Aeromedical Research Laboratory, Sensory Research Division.
- Rekimoto, J., & Nagao, K. (1995). The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments. *Proc 8th Ann ACM Symp User Interface and Software Technology*, (S. 29-36).
- Samsung. (2014). *Patentnr. KR20160037008A*. Korea.

- Schuller, T. (2015). *Spielerisches Lernen, Gamification und soziale Kommunikationsformen im kollaborativen Klassenzimmer*, Dipl.-Arb. Wien: Techn. Univ. u. Univ.
- Scoble, R., & Israel, S. (2017). *The Fourth Transformation: How Augmented Reality & Artificial Intelligence Will Change Everything*. Ohne Ortsangabe: Patrick Brewster Press.
- Seidl, G. (1993). *Cafe Prückel : Stubenring 24 1010 Wien*. Wien: Techn. Univ., Inst. f. Gebäudelehre.
- Shakeri, M., Kingston, R., & Pinto, N. (2016). Game Science or Games and Science? Towards an Epistemological Understanding of Use of Games in Scientific Fields. In T. Marsh, M. Ma, M. F. Oliveira, J. B. Hauge, & S. Göbel, *Serious Games: Second Joint International Conference, JCSG 2016 Brisbane, QLD, Australia, September 26–27, 2016 Proceedings* (S. 163-168). ohne Ortsangabe: Springer International Publishing AG.
- Smedt, S. D. (2015). Noninvasive intraocular pressure monitoring: current insights. *Dove Press Volume 2015:9*, 1385—1392.
- Spalt, J. (1978). *Oswald Haerdtl : 1899 - 1959*. Wien: Hochschule für Angewandte Kunst.
- Sutherland, I. E. (1968). A Head-Mounted Three-Dimensional Display. *AFIPS Conference Proceedings (1968) 33, I*, 757-764.
- Thomas, B. (2002). First person indoor/outdoor augmented reality application: Arquake. *Personal and Ubiquitous Computing*, 6(1), (S. 75-86). ohne Ortsangabe.
- Thomas, B., Piekarski, W., & Gunther, B. (1999). *Using Augmented Reality to Visualise Architecture Designs in an Outdoor Environment*. URL: https://www.researchgate.net/publication/2410347_Using_Augmented_Reality_to_Visualise_Architecture_Designs_In_An_Outdoor_Environment, am.: 10. Oktober 2018.
- Tönnis, M. (2010). *Augmented Reality: Einblicke in die Erweiterte Realität*. ohne Ortsangabe: Springer Verlag.
- Villgratter, S. (2014). *Architekturführer Wien*. Berlin: DOM Publ.
- Walker, D. J., Verona, R. W., & Brindle, J. H. (1980). A newly developed helmet-mounted display system for attack helicopters. *Proceedings of the Society for Information Displays*. San Diego: Society for Information Displays.
- Waller, A. (1993). *Kleines Cafe : Franziskanerplatz 3 1010 Wien*. Wien: Techn. Univ., Inst. f. Gebäudelehre.

- Webster, A., Feiner, S., MacIntyre, B., Massie, W., & Krueger, T. (1996). *Augmented Reality in Architectural Construction, Inspection, and Renovation*. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.30.477>, abgerufen am: 10. Oktober 2018.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 94-104.
- Wibiral, N., & Mikula, R. (1974). *Heinrich von Ferstel*. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag GmbH.

Internetreferenzen

- Apple Inc.* (kein Datum). Abgerufen am 5. Oktober 2018 von <https://www.apple.com/iphone-xs/>
- Architekturzentrum Wien 1. (kein Datum). *Architekturzentrum Wien*. Abgerufen am 3. September 2018 von <https://www.azw.at/de/artikel/besuch/cafes-restaurant-corbaci/>
- Architekturzentrum Wien 2. (29. November 2001). *nextroom*. Abgerufen am 3. September 2018 von <https://www.nextroom.at/building.php?id=176>
- Beyer, M. (kein Datum). Abgerufen am 7. November 2018 von Bridge!: <http://www.bridge-thegame.com/>
- Brandt, M. (17. April 2017). *Statista*. Abgerufen am 13. August 2018 von <https://de.statista.com/infografik/9006/marktentwicklung-von-augmented-und-virtual-reality/>
- Cafe Sperl. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von Cafe Sperl: <http://www.cafesperl.at/>
- Chowdhry, A. (11. April 2016). *Forbes*. Abgerufen am 9. Oktober 2018 von <https://www.forbes.com/sites/amitchowdhry/2016/04/11/samsung-patent-unveils-smart-contact-lenses-with-a-camera-and-display/#4fdc7ce5103b>
- Czeike, F. (25. April 2017). *Historisches Lexikon Wien*. Abgerufen am 30. September 2018 von <https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Billard#tab=Sonstiges>
- Darf Design. (kein Datum). Abgerufen am 10. Oktober 2018 von ARki: <https://www.darfdesign.com/arki.html>
- Dixon, D. (kein Datum). *Manifest Technology*. Abgerufen am 10. Oktober 2018 von https://www.manifest-tech.com/society/augmented_reality.htm#Development
- Don. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von GeoGames Lab: <https://geogameslab.net/portfolio/b3-design-your-marketplace/>
- Duran, V. (6. Juni 2017). Abgerufen am 12. Oktober 2018 von Virginia Duran Blog: <https://duranvirginia.wordpress.com/2017/06/06/the-free-architecture-guide-of-vienna-pdf/>
- Electronic Arts Inc. (kein Datum). Abgerufen am 7. November 2018 von Electronic Arts Inc.: <https://www.ea.com/games/simcity/simcity>

- formitas AG. (kein Datum). Abgerufen am 10. Oktober 2018 von
 Augmented Reality for Construction Sites and Facility Management:
<https://gamma-app.de/>
- Goruma. (kein Datum). Abgerufen am 28. November 2018 von Goruma:
<https://www.goruma.de/kunst-und-kultur/bau-und-kunststile/gotik>
- Guiding Architects. (kein Datum). Abgerufen am 12. Oktober 2018 von
 Guiding Architects: <https://www.atours-vienna.at/home.html>
- Hertha Hurnaus. (kein Datum). Abgerufen am 19. Dezember 2018 von
 Architekturzentrum Wien: <https://www.azw.at/de/artikel/besuch/cafe-restaurant-corbaci/>
- Houzz Inc. (kein Datum). Abgerufen am 9. Dezember 2018 von Houzz:
<https://www.houzz.de/mobileApps>
- HUSSL Sitzmöbel GmbH & Co. KG. (kein Datum). *Hussl*. Abgerufen am 3.
 September 2018 von <https://www.hussl.at>
- Ingrid Lunden. (kein Datum). Abgerufen am 11. Oktober 2018 von
 TechCrunch: <https://techcrunch.com/2017/09/19/a-new-arkit-app-from-houzz-brings-500000-objects-to-moveable-life/>
- Intellectsoft. (12. Februar 2018). *Intellectsoft*. Abgerufen am 9. Oktober
 2018 von <https://www.intellectsoft.net/blog/microsoft-hololens-usage-in-construction/>
- Inter IKEA Systems B.V. (kein Datum). Abgerufen am 10. Oktober 2018
 von IKEA: <https://www.ikea.com/gb/en/customer-service/ikea-apps/>
- J. & L. LOBMEYR GmbH. (kein Datum). Abgerufen am 21. Oktober 2018
 von LOBMEYR: <https://www.lobmeyr.at/>
- Johne, S. (15. Oktober 2018). Abgerufen am 5. Dezember 2018 von Creme
 Guides: <https://www.cremeguides.com/de/wien/artikel/restaurant-salonplafond-im-mak/>
- Lacaton & Vassal. (kein Datum). *Lacaton & Vassal*. Abgerufen am 3.
 September 2018 von
<https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=13#>
- MA19. (kein Datum). Abgerufen am 12. Oktober 2018 von
wienarchitektur.at:
<https://www.wienarchitektur.at/index.php?inc=page>
- MAK 1. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von MAK –
 Österreichisches Museum für angewandte Kunst /
 Gegenwartskunst: https://www.mak.at/ausstellung/josef_frank?set-ad=y

- MAK 2. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von MAK – Österreichisches Museum für angewandte Kunst / Gegenwartskunst: <https://www.mak.at/besuchen/restaurant>
- marketsandmarkets.com. (Mai 2015). *Serious Game Market by Vertical (Education, Corporate, Healthcare, Retail, Media and Advertising), Application (Training, Sales, Human Resource, Marketing), Platform, End-User (Enterprise, Consumer), and Region - Forecast to 2020*. Online Ausgabe: www.marketsandmarkets.com.
- Markgraf, P. D. (16. Februar 2018). *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen am 2. August 2018 von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/augmented-reality-53628>
- Martin/CNET, J. (14. September 2018). *CNET*. Abgerufen am 5. Oktober 2018 von <https://www.cnet.com/pictures/iphone-xs-iphone-xs-max-iphone-xr-see-apples-biggest-phones-ever/28/>
- Matsuda, K. (2016). *Hyper-Reality*. Abgerufen am 9. Oktober 2018 von <http://hyper-reality.co/>
- Milde, A. (kein Datum). Abgerufen am 21. Mai 2018 von k. k. Albert Milde: <https://www.albertmilde.com/deu/mki01.html>
- MIMOA. (kein Datum). Abgerufen am 12. Oktober 2018 von MIMOA: <https://www.mimoa.eu/>
- Mobilitätsagentur Wien. (kein Datum). *wienzufuss.at*. Abgerufen am 9. Oktober 2018 von <https://www.wienzufuss.at/wien-leuchtet-2016/>
- MobyGames™. (7. Mai 2011). Abgerufen am 7. November 2018 von MobyGames™: <https://www.mobygames.com/game/windows/bridge-the-construction-game/screenshots/gameShotId,509544/>
- Naomi. (10. November 2009). Abgerufen am 13. Oktober 2018 von MIMOA: <https://www.mimoa.eu/blog/2009/11/10/mimoa-layar-is-here/>
- Open AR Cloud Org. (kein Datum). Abgerufen am 21. Oktober 2018 von Open AR Cloud: <https://www.openarcloud.org/>
- Open House Wien. (kein Datum). Abgerufen am 12. Oktober 2018 von Open House Wien: <https://openhouse-wien.at/de/>
- ovos 1. (kein Datum). Abgerufen am 13. Oktober 2018 von ovos: <https://ovos.at/de/projekte/ludwig-ein-physikalisches-abenteuer/>
- ovos 2. (kein Datum). Abgerufen am 13. Oktober 2018 von Ludwig: <http://www.playludwig.com/forschung/forschung/>

- Play the City. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von Play the City: <https://www.playthecity.nl/page/15795/our-services>
- Prochazka, D., & Armstrong, R. (13. November 2018). Abgerufen am 9. Dezember 2018 von Unity Blog: https://blogs.unity3d.com/2018/11/13/visualizing-your-bim-data-with-real-time-design/?_ga=2.190829675.1138023389.1544381969-1251330559.1533314355
- PTC Inc. (kein Datum). Abgerufen am 19. Dezember 2018 von Vuforia Developer Library: <https://library.vuforia.com/articles/Training/ground-plane-guide.html>
- Saary, M. (6. Mai 2001). *Oesterreichisches Musiklexikon online*. Abgerufen am 19. September 2018 von https://www.musiklexikon.ac.at/ml/musik_K/Kaffeehausmusik.xml
- Sheehan, A. (21. Februar 2018). *Shopify*. Abgerufen am 31. Mai 2018 von <https://www.shopify.com/retail/how-these-retailers-are-using-augmented-reality-to-enhance-the-customer-experience>
- Stadt Wien. (kein Datum). Abgerufen am 12. Oktober 2018 von Stadt Wien: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/vermitteln/was-schafft-raum.html>
- Superbass / CC-BY-SA-3.0 (via Wikimedia Commons). (7. Juni 2012). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Cafe_Sperl_ganzes_Haus.jpg
- Svenskt Tenn. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von Svenskt Tenn: <https://www.svenskttenn.se/en/range/textile/fabric/textile-mirakel/100692/>
- Symcox, J. (10. Februar 2017). Abgerufen am 14. Dezember 2018 von BusinessCloud: <https://www.businesscloud.co.uk/news/affordable-swapbots-ar-toys-set-to-take-world-by-storm>
- tellerberg GmbH. (kein Datum). Abgerufen am 14. Oktober 2018 von Salonplafond: <https://salonplafond.wien/>
- TheCGBros. (1. August 2012). *YouTube*. Abgerufen am 9. Oktober 2018 von https://www.youtube.com/watch?v=IK_cdkpazjl
- Tinmith. (kein Datum). Abgerufen am 10. Oktober 2018 von tinmith - mobile outdoor augmented reality: <http://www.tinmith.net/backpack.htm>
- Tzeli, I. (30. November 2014). Abgerufen am 14. Dezember 2018 von AIN_STI: <http://tlainti.blogspot.com/2014/11/what-is-unity-3d.html>
- Unesco. (2011). *www.unesco.com*. Abgerufen am 20. August 2018

University of South Australia. (kein Datum). Abgerufen am 10. Oktober 2018 von Wearable Computer Lab:
<https://wearables.unisa.edu.au/projects/arquake/>

University of Washington. (kein Datum). Abgerufen am 10. Oktober 2018 von ARToolKit Home Page:
<https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

US Army. (1. Jänner 1982). Abgerufen am 9. Oktober 2018 von
https://en.wikipedia.org/wiki/Helmet-mounted_display#/media/File:Integrated_Helmet_and_Display_Sighting_System.jpg

wienenvogue.com. (kein Datum). Abgerufen am 28. November 2018 von Pinterest: <https://www.pinterest.at/pin/552042866800717419/>

Wikitude. (kein Datum). Abgerufen am 11. Oktober 2018 von Wikitude:
<https://www.wikitude.com/showcase/roomle-bring-plan-life-ar/>

Ziius Inc. (kein Datum). Abgerufen am 18. Dezember 2018 von Ziius:
<http://www.ziius.com/#/real-estate2/>

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Ansicht der 96 Treffer von modernen Bauten in Wien in MIMOA, Bildschirmaufn.
- Abb. 2:** Karte von Wien, erste Seite und Ausschnitt aus dem PDF „The Free Architecture Guide of Vienna“ (Duran, 2017)
- Abb. 3:** Realitäts-Virtualitäts Kontinuum, eigene Darstellung nach Milgram & Kishino, 1994
- Abb. 4:** Darstellung der Funktionsweise von AR-Markern (Stolyarenko, 2016, Nachbearbeitung Autorin)
- Abb. 5:** Beispiele von Erscheinungsformen von AR-Markern
- Abb. 6:** ein Nutzer des Head-Mounted Displays, das wegen seines Gewichts an die Decke geschraubt werden musste (Sutherland, 1968)
- Abb. 7:** das Integrated Helmet And Display Sight System (IHADSS) der amerikanischen Armee (US Army, 1982)
- Abb. 8:** ein Arbeiter demonstriert Boeings Prototyp für Montageanleitungen (David Mizell, Boeing)
- Abb. 9:** die CCD-Kamera zeigt die Ansicht des Nutzers auf dem LCD-Display mit überlagertem Text, al ob es eine transparente Tafel wäre (Rekimoto & Nagao, 1995)
- Abb. 10:** the Touring Machine (Dixon)
- Abb. 11:** ein virtuelles Objekt auf einem quadratischen Marker, gemacht mit ARToolKit (University of Washington)
- Abb. 12:** ein ARQuake-Spieler mit vollständiger Ausstattung (University of South Australia)
- Abb. 13:** Vorder- und Hinterseite des ultimativen MARS-Systems (Tinmith)
- Abb. 14:** die App Wikitude erkennt das Brandenburger Tor und blendet passende Informationen dazu ein während es von der Kamera erfasst wird (TMN)
- Abb. 15:** ein Nutzer mit *head-worn Display* sucht sich eine Säule in der Wand aus, deren Struktur vergrößert wird (Webster, Feiner, MacIntyre, Massie, & Krueger, 1996)
- Abb. 16:** das TINMITH2 System (Thomas, Piekarski, & Gunther, 1999)
- Abb. 17:** das bestehende Gebäude (rechts) und der vorstehende Zubau (links) werden mit grünen Linien dargestellt (Thomas, Piekarski, & Gunther, 1999)
- Abb. 18:** Arki lässt 3D-Modelle von Gebäuden über ihren Grundrissen erscheinen (Darf Design)
- Abb. 19:** GAMMA benutzt AR um Informationen aus BIM-Zeichnungen von Gebäuden zu zeigen (formitas AG)
- Abb. 20:** IKEA Place

- Abb. 21:** die „View In My Room“ Funktion von Houzz (Ingrid Lunden)
- Abb. 22:** der vorbereitete Grundriss (oben) und die spätere Darstellung in AR (unten) in der App Roomle (Wikitude)
- Abb. 23:** MIMOAs Layer in der App Layar (Naomi, 2009)
- Abb. 24:** Tischplatten-Projektpräsentation mit AR (Niedermaier, 2012)
- Abb. 25:** Visualisierung im Kontext vor Ort (Niedermaier, 2012)
- Abb. 26:** Informationssystem des städtischen Kulturerbes (Niedermaier, 2012)
- Abb. 27:** Positionierung vom virtuellen Inhalt in der Hofburg Wien – Position der Nutzerin und Resultat am Bildschirm, Bildschirmaufn. (Kosyreva, Schönauer, Kaufmann, Vonach, & Gerstweiler, 2012)
- Abb. 28:** UAR Projekt für eine Objektvorschlagsmethode (Fond, Berger, & Simon, 2017)
- Abb. 29:** die Konfiguration von CORALIUS: A: Beamer für SAR, B: Tischplatte mit augmentierten Plänen und Modellen, C: immersiver Bildschirm (Milovanovic, Moreau, Siret, & Miguet, 2017)
- Abb. 30:** Apples 2018 erschienenes iPhone Xs Max (Martin/CNET, 2018)
- Abb. 31:** die HoloLens MR-Smart Glasses bieten ein tragbares Display für ein durchsichtiges Seherlebnis (Intellectsoft, 2018)
- Abb. 32:** mit Spiegel-AR können Kunden von Bekleidungsäden sehen wie ihnen die Produkte stehen ohne sie in der Hand zu halten (Sheehan, 2018)
- Abb. 33:** digitale Großbildprojektionen auf dem Kunsthistorischen Museum in Wien (Mobilitätsagentur Wien)
- Abb. 34:** Smart Lenses von Sensimed AG (Sensimed AG)
- Abb. 35:** eingeblendete virtuelle Hilfslinien auf der Gurke helfen dem Mann gleich große Teile zu schneiden, Bildschirmaufn. (TheCGBros, 2012)
- Abb. 36:** die Straßen von Medellín, Kolumbien sind mit Hyper-Reality Inhalten überfüllt (Matsuda, 2016)
- Abb. 37:** eingeblendete virtuelle Inhalte und ein Gespräch mit der Kundenbetreuung in der Laufzeit der Software, Bildschirmaufn. (Matsuda, 2016)
- Abb. 38:** die wahre Umgebung, nach dem Runterladen des Geräts, Bildschirmaufn. (Matsuda, 2016)
- Abb. 39:** Ludwig lernt über physikalische Phänomene (ovos 1)
- Abb. 40:** eine kleine Nachbarschaft in SimCity (Electronic Arts Inc.)
- Abb. 41:** Bedienoberfläche des B3 Games (Don)
- Abb. 42:** Analyse der Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens – Verkehrsspitze, vor dem Ausbau (Baumgartner, 2016)

- Abb. 43:** Analyse der Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens – Verkehrsspitze, nach dem Ausbau (Baumgartner, 2016)
- Abb. 44:** im Testmodus werden mit Farbüberlagerung Spannungen in den Bauteilen ausgelegt (MobyGames™, 2011)
- Abb. 45:** Lageplan des Café Central. Adresse: Herrengasse 14, 1010 Wien
- Abb. 46:** Fassade des Palais Ferstel mit dem Café Central im Parterre
- Abb. 47:** Interieur des Café Central
- Abb. 48:** Wanddekorationen im Café Central
- Abb. 49:** Grundriss des Café Central mit Konstruktionsrastern und Raumkonzepten (ÖRAG, 1986, Nachbearbeitung Autorin)
- Abb. 50:** Klavierflügel im Central
- Abb. 51:** Lageplan des Café Sperl. Adresse: Gumpendorferstr. 11, 1060 Wien
- Abb. 52:** die Fassade des Gebäudes mit dem Café Sperl im Parterre (Superbass / CC-BY-SA-3.0 (via Wikimedia Commons), 2012)
- Abb. 53:** linker Raum im Café Sperl
- Abb. 54:** rechter Raum mit Billardtischen im Café Sperl
- Abb. 55:** Lageplan des Café Prückel. Adresse: Stubenring 24, 1010 Wien
- Abb. 56:** Fassade des Café Prückel an der Ecke Parkring – Dr.-Karl-Lueger-Platz
- Abb. 57:** Grundriss des Café Prückel (Seidl, 1993, Nachbearbeitung Autorin)
- Abb. 58:** linker Raum im Café Prückel
- Abb. 59:** Kristallluster im rechten Raum (wienenvogue.com)
- Abb. 60:** Lageplan des Kleinen Cafés. Adresse: Franziskanerplatz 3, 1010 Wien
- Abb. 61:** das Kleine Café am Franziskanerplatz
- Abb. 62:** Darstellung der ersten und zweiten Ausbauphase des Kleinen Cafés (Hermann Czech, Nachbearbeitung Autorin)
- Abb. 63:** Eingangsschild vom Kleinen Café
- Abb. 64:** Verlegung der Grabplatten im unteren Teil (Hermann Czech, Nachbearbeitung Autorin)
- Abb. 65:** Grundriss der letzten Ausbauphase mit eingebauten Sanitärbereich (Hermann Czech, Nachbearbeitung Autorin)
- Abb. 66:** Lageplan des Café-Restaurants Corbaci. Adresse: MuseumsQuartier, Museumsplatz 1, 1070 Wien

- Abb. 67:** Fassade des Café-Restaurants Corbaci im MuseumsQuartier
- Abb. 68:** Grundrisse für das Café Una, späteres Corbaci (Lacaton & Vassal)
- Abb. 69:** Schnitte für das Café Una, späteres Corbaci (Lacaton & Vassal)
- Abb. 70:** die Einrichtung im Café-Restaurant Corbaci
- Abb. 71:** ein Foto der Fliesendecke, der die Flächengröße des Gewölbes betont und die prägnante Idee des gehängten Himmels illustriert (Hertha Hurnaus)
- Abb. 72:** Lageplan des Salonplafonds. Adresse: Stubenring 5, 1010 Wien
- Abb. 73:** Eingang ins Salonplafond im Erdgeschoß des MAKs
- Abb. 74:** Sitzbereich und Bar im Salonplafond (Johne, 2018)
- Abb. 75:** das Druckmuster Mirakel entworfen von Josef Frank
- Abb. 76:** die Decke im Salonplafond
- Abb. 77:** Übersichtskarte aller Kaffeehäuser und deren Verbindungen
- Abb. 78:** Übersicht des Spielablaufs mit Themen die an den jeweiligen Orten behandelt werden und Punkten die zu sammeln sind
- Abb. 79:** Hauptbildschirm von Unity 2017.2.0f3, Bildschirmaufn.
- Abb. 80:** BIM-Modelle aus Revit können in Unity importiert und in VR unter Erhalt der BIM-Daten betrachtet werden, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)
- Abb. 81:** ein AR-Modell vom importierten Gebäude kann über ausgedruckten Plänen angezeigt werden, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)
- Abb. 82:** unterschiedliche Bodenbeläge können in VR betrachtet und in Echtzeit gewechselt werden: Bodenbelag 1, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)
- Abb. 84:** Bodenbelag 3, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)
- Abb. 83:** Bodenbelag 2, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)
- Abb. 85:** virtuelles *Walkthrough* mit eingeblendeten BIM-Daten des Modells, Bildschirmaufn. (Prochazka & Armstrong, 2018)
- Abb. 86:** VuMarks (Tzeli, 2014)
- Abb. 87:** Image Targets (Ziius Inc.)
- Abb. 88:** Object Targets (Symcox, 2017)
- Abb. 89:** Ground Plane Detection (PTC Inc.)
- Abb. 90:** Vuforia's Entwicklerportal, Bildschirmaufn.

- Abb. 91:** Ein Bild mit wenig Punkten (gelbe Kreuze) und schlechter Bewertung (oben), ein Bild mit sehr vielen Punkten und einer Bewertung von fünf Sternen von Vuforia's Developer Portal (unten) (Bildschirmaufn., Nachbearbeitung Autorin)
- Abb. 92:** Verknüpfung vom *Image Target* mit virtuellen Elementen, Bildschirmaufn.
- Abb. 93:** bei einem Foto der Fassade des Palais Ferstel bei Tag (links) und bei Nacht (rechts) erkennt Vuforia ganz andere Punkte und kann es nicht als dasselbe Gebäude auffassen, Bildschirmaufn.
- Abb. 94:** *Virtual Buttons* während der Bearbeitung in Unity3D, Bildschirmaufn.
- Abb. 95:** UDTs während der Vorbereitung in Unity, Bildschirmaufn.
- Abb. 96:** *Ground-Plane*-Netz mit Größe 1m x 1m, Bildschirmaufn.
- Abb. 97:** Positionierung und Zuordnung der 3D-Buchstaben zum *Image Target* am Beispiel des Café Sperl, Bildschirmaufn.
- Abb. 98:** ein Kubus aus fünf Würfeln, die als Material Zeichnungen haben und ein dreidimensionalen Raum durch den man sich bewegen kann bilden am Beispiel des Café-Restaurants Corbaci, Bildschirmaufn.
- Abb. 99:** Benutzeroberfläche des Hauptmenüs
- Abb. 100:** Benutzeroberfläche des Levelmenüs
- Abb. 101:** weitere Bedienelemente im Levelmenü
- Abb. 102:** Startmenü der App
- Abb. 103:** Augmentierung der Fassade vom Palais Ferstel
- Abb. 104:** Leitlinien in AR zur Betonung der vertikalen Gliederung der Fassade
- Abb. 105:** Leitlinien die die horizontale Gliederung der Fassade hervorheben
- Abb. 106:** Pfeile die die Fenster im Erdgeschoss andeuten
- Abb. 107:** *Ground Plane* mit dem Grundriss und akzentuiertem sechseckigen Zentralraum
- Abb. 108:** dreischiffiger Raum am Grundriss und im Kameraumfeld
- Abb. 109:** der Augmentierungs-prozess der Ornamente an der Wand aus der Sicht eines Dritten
- Abb. 110:** virtuelle Schaltfläche zum Abspielen der Audio-aufzeichnung über die Herkunft von Ornamenten im Central und Wandmaterialien
- Abb. 111:** augmentierter Klavierflügel neben dem realen
- Abb. 112:** Darstellung eines erfolgreich absolvierten *Level*s (links) und das Startmenü mit dem nächsten *Level* (rechts)

Abb. 113: augmentierte Fassade des Café Sperl

Abb. 114: Informationen über die Raumaufteilungen in AR

Abb. 115: ein Umriss mit dem Hinweis „Finden Sie das Element, das in diesen Rahmen gehört und machen Sie ein Foto davon!“ regt die NutzerInnen an den Spiegel in der Raumecke zu augmentieren und über Spiegel als Einrichtungsgegenstände zu lernen

Abb. 116: das Logo der Hersteller der Billardtische dient als Auslöser für die Vermittlung über das Billard-Spielen in Kaffeehäusern

Abb. 117: Startmenü für das Café Prückel

Abb. 118: Der Grundriss vom Prückel wird am Boden gezeigt und kann live mit dem gebauten Raum verglichen werden

Abb. 119: die Aufgabe zum Kristallluster-Scannen

Abb. 120: Veranschaulichung des Augmentierungsprozesses aus der Sicht eines Dritten

Abb. 121: die Lösung die zum Erlangen von Wissen über den Luster führt

Abb. 122: Startmenü für das Kleine Café

Abb. 123: augmentiertes Eingangsschild vor dem Kleinen Café

Abb. 124: erste Ausbauphase an einem *Ground Plane*

Abb. 125: zweite Ausbauphase am Boden des Sitzcafés

Abb. 126: Echtzeit-Vergleich vom Grundriss in AR und dem ausgeführten Bodenbelag

Abb. 127: Grundriss mit der hervorgehobenen letzten Ausbauphase kann mit dem gebauten Werk in wahrer Umgebung angeschaut und studiert werden

Abb. 128: Startmenü für das Café-Restaurant Corbaci

Abb. 129: Erzeugung eines UDTs und die folgende Augmentierung der Fassade vom Corbaci

Abb. 130: Kubus mit dem Grundriss, Schnitten und Einrichtungsgegenständen die in virtueller Umgebung angeschaut und analysiert werden können

Abb. 131: Augmentierung der bunten Decke im Corbaci mit dem Hinweis (oben links) und der Lösung (oben rechts und unten), bei der Paneele mit Virtual Buttons gewechselt werden

Abb. 132: Startmenü für das Salonplafond

Abb. 133: Augmentierung der Eingangstür

Abb. 134: augmentierter Möbelstoff "Mirakel"

Abb. 135: die Augmentierung der Decke ist die letzte Augmentierung innerhalb der App, wobei 1000 Punkte erreicht werden

Abb. 136: Kaffeehaus-Abzeichen und Gutschein als Belohnung für die Absolvierung des Spiels

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Überblick der Spieldesign-Musterkategorien (Kelle, Klemke, & Specht, 2011 nach Björk and Holopainen, 2004)