

Projekt 2 Dokumentation

Marlon Lückert, Julius Neudecker, Vincent Schnoor

30. Oktober 2020

1 Projektbeschreibung

Das Projekt *ARExhibition*, welches im Rahmen des Projektes *XRchitecture* entstanden ist macht das Ausstellen digitaler Modelle und Medien einfacher. Mit nur wenigen Klicks können 3D-Modelle, Bilder und Videos aus einem hierfür entwickelten Content-Management-System (CMS) in AR platziert und gespeichert werden. Die so entstandenen AR-Szenen können von Besuchern über einen Marker geladen und betrachtet werden.

Diese Ausstellungen können bspw. von Hochschulen und anderen Bildungsinstituten genutzt werden um Projekte der Studierenden und Schüler auszustellen.

1.1 Projektziel

Ziel des Projektes ist es, die Darstellung medialer Inhalte der Hochschule und anderer Lehrinstitute einfacher zu gestalten und eine Oberfläche für die Studenten der HAW zu schaffen um ihre im Semester erstellten 3D-Modelle, Bilder und Videos an einem zentralen Ort zu speichern und mit anderen Studierenden zu teilen.

1.2 Zielgruppen

Für unser aus zwei Teilen bestehendes Projekt gibt es zwei Zielgruppen.

Die erste Zielgruppe besteht aus den Studenten der HAW welche das Content-Management-System zum einfachen Teilen ihrer Arbeiten nutzen können. Die Projekte anderer Studiengänge und Fakultäten können so leichter eingesehen werden. Außerdem können die Arbeiten anderer Studenten heruntergeladen und für eigene Studienprojekte verwendet werden.

Bildungsinstitute wie die HAW Hamburg und Bildungsstätten wie Museen bilden die zweite Zielgruppe. Für bspw. die HAW Hamburg wird die Ausrichtung von Ausstellungen der Studentenprojekte vereinfacht, da Räume interaktiver und sinnvoller mit digitalen Medien gefüllt werden können. Wo vorher 3D-Objekte auf PC Bildschirmen betrachtet werden mussten, können diese mithilfe der App als Teil des Raumes betrachtet und mit ihnen interagiert werden. Museen und Ausstellungen können durch die App ihr Repertoire an Kunst und Objekten erweitern, da virtuelle Bilder und Objekte einfach ausgestellt werden können. Die Inhalte können genau wie vom Kurator gewollt platziert werden und erscheinen dem Besucher in der gewollten Position, Rotation und Größe.

2 Technische Umsetzung

Das Projekt besteht aus zwei gleich großen Bestandteilen: einem Content-Management-System, welches für die Bereitstellung des Inhalts der App und als Speichermedium studentischer Pro-

jekte dient und der App, welche die Platzierung virtueller Inhalte in einem Raum in AR ermöglicht.

Im Folgenden wird die technische Umsetzung des CMS und der App erläutert. Dabei wird auf bereits existierende ähnliche Produkte eingegangen und wie unser Projekt sich von diesen abgrenzt. Verschiedene Ansätze der Umsetzung werden diskutiert und miteinander verglichen und die Schwierigkeiten der Umsetzung werden erläutert.

2.1 Stand der Forschung

2.2 Content-Management-System

2.2.1 Aufbau der Datenbank

2.3 AR App

2.3.1 Verwendung von 3D-Modellen

Da die Platzierung von 3D-Modellen ein Hauptbestandteil der App ist, wurde ein großer Fokus auf das Dateiformat der 3D-Modelle gelegt. Die dynamische Verwendung der Modelle in der App sollte möglichst einfach und problemlos sein.

Aus diesem Grund wurden die verschiedenen von Unity unterstützten Dateiformate miteinander verglichen, um die im Dateiformat unterstützten Funktionalitäten und die Qualität der Darstellung in der App zu vergleichen.

Unity unterstützt nativ die folgenden Dateiformate:

- FBX
- DAE (Collada)
- DXF
- OBJ

Da die meisten Studenten Blender als 3D-Modelling Tool ihrer Wahl nutzen wurde ein Vergleich der in Blender möglichen Export-Dateiformate und der in Unity unterstützten Formate gemacht. Blender exportiert 3D-Modelle unter anderem als FBX und OBJ, welche ohne großen Aufwand in Unity importiert werden können.

Der Nachteil dieser Formate ist, dass die Materialien und Texturen als externe Dateien in einem getrennten Ordner exportiert werden. Für die direkte Verwendung in Unity kein Problem erschwert dies jedoch das Zwischenspeichern in unserem Content-Management-System. Weiterhin werden „Faces“, Flächen eines 3D-Modells, mit mehr als 5 „Vertices“, Eckpunkten, nicht unterstützt und somit in Unity nicht dargestellt. Bei nicht komplett sauber erstellten 3D-Modellen können so unschöne Lücken im Modell entstehen die unerwünscht sind.

Aus diesem Grund wurde das von der Khronos Group entwickelte und in Blender integrierte GLTF 2.0 Format auf seine Verwendbarkeit in Unity untersucht. GLTF speichert sämtliche Daten eines 3D-Modells, darunter auch Materialien und Animationen, in einer einzigen, auf dem JSON-Dateiformat basierenden Datei ab. Das Dateiformat ist extrem robust und speichert jegliche Geometrie eines 3D-Modells ab. Der Nachteil des GLTF-Formates ist allerdings, dass dieses erst ab der Blender Version 2.81 unterstützt und erst ab 2.83 richtig implementiert ist. Alte Blender Modelle müssen demnach auf eine höhere Blender-Version gebracht und dort exportiert werden. Weiterhin unterstützt Unity, wie in der Auflistung oben zu sehen, das Dateiformat GLTF 2.0 nicht nativ, weshalb zusätzliche Bibliotheken benötigt werden um die Dateien nutzen zu können.

Eine dieser und die in unserem Projekt verwendete Bibliothek ist die *GLTFUtility* Bibliothek des GitHub-Nutzers *Siccity*. *GLTFUtility* unterstützt den Import und Export von GLTF Dateien in Unity während der Laufzeit, was für unser Projekt von elementarer Bedeutung ist, da die 3D-Modelle beim Starten der App nicht bereits vorliegen, sondern während der Laufzeit der App dynamisch geladen und verwendet werden.

Der Vergleich der drei untersuchten Dateiformate hinsichtlich Qualität zeigte, dass die Darstellung von GLTF-Modellen gegenüber FBX- und OBJ-Modellen besser ist (siehe Abbildungen x, y und z). Die von Blender exportierten Materialien werden im GLTF-Format, durch die bessere Unterstützung diverser Material-Eigenschaften, besser dargestellt.

Aus diesen Gründen, der besseren Darstellung der 3D-Modelle in Unity, die robustere Geometrie-Darstellung und der Export in einer einzigen Datei, entschieden wir uns dazu GLTF als einziges Dateiformat für die Verwendung innerhalb der App zu verwenden.

2.3.2 Export-Anforderungen an 3D-Modelle

Die im Laufe des Projektes erstellten Anforderungen an den Export der 3D-Modelle hinsichtlich ihrer Material-Eigenschaften und Animationen beziehen sich ausschließlich auf den Export in der 3D-Modelling-Software Blender.

Die in Blender erstellten Materialien weisen mit zunehmender realitätsnähe eine steigende Komplexität auf. Aus diesem Grund mussten bestimmte Anforderungen an den Export von 3D-Modellen aus Blender gestellt werden, um die korrekte Darstellung in der von uns entwickelten App zu gewährleisten. Die folgenden Anforderungen gelten für den Export von 3D-Modellen aus Blender um die Darstellung in unserer App zu gewährleisten.

Meshes:

GLTF unterstützt den Export von jeglicher Geometrie des Meshes. Dabei ist die Anzahl der Vertices eines Faces irrelevant, da Quads und N-Gons beim Export automatisch in Triangles umgewandelt werden.

Kurven und andere „Nicht-Mesh“-Daten werden nicht übernommen und müssen vor dem Export in Meshes umgewandelt werden.

Materialien:

GLTF unterstützt die folgenden Material-Eigenschaften beim Export:

- Base Color
- Metallic
- Roughness
- Baked Ambient Occlusion
- Normal Map
- Emissive

Texturen werden als Base Color problemlos unterstützt. Bei Roughness und Metallic Texture-Maps müssen einige Einstellungen vor dem Export getroffen werden. Bei einer Textur erwartet GLTF die Metallic-Werte kodiert im B-Farbchannel, während die Roughness-Werte im G-Farbchannel kodiert sind. Das Node-Setup in Blender sollte demnach folgendermaßen aussehen:

Wurde das Node-Setup nicht angepasst wird versucht beim Export die relevanten Daten auszulesen, was mitunter zu längeren Exportzeiten führen kann.

Baked Ambient Occlusion, Normal Maps und Emissive Materials werden problemlos unterstützt und müssen nicht weiter angepasst werden.

Animationen:

Animationen im GLTF-Format zu exportieren ist nicht kompliziert. Folgende Animationstypen werden nativ beim Export unterstützt:

- Keyframes (Translation, Rotation, Scale)
- Shape Keys
- Armatures/Skinning

Animationen anderer Eigenschaften wie Licht oder Materialien werden ignoriert.

Wenn das 3D-Modell nur eine Animation hat gibt es bei der Verwendung in Unity keine Probleme. Probleme entstehen wenn das 3D-Modell aus mehreren Einzelteilen besteht die jeweils eigene Animationen haben, da die Animationen in Unity im Legacy Animation-System abgespielt werden müssen, welches nur eine Animation zur Zeit unterstützt. Aus diesem Grund müssen mehrere Animationen einem NLA Track hinzugefügt werden. Dieser dient quasi als Animations-Controller, welcher die einzelnen Animationen zu einer einzigen Animation zusammenfasst und die verschiedenen Objektteile bewegt.

Objekt-Constraints, wie „Copy Location“ können ebenfalls exportiert werden, wenn diese vorher in Keyframes umgewandelt wurden.

Die letzte Anforderung beim Export von 3D-Modellen mit mehreren Einzelteilen und Animationen ist, dass es nur **ein** Parent-Objekt geben darf. Dies kann ein leeres Objekt sein, da dies für die Hierarchy in Unity und die Verwendung der Animationen relevant ist.

Wenn diese Anforderungen eingehalten werden können Blender-Modelle exportiert und in unserer App verwendet werden.

3 Wissenschaftliche Umsetzung

Für die Umsetzung des Projektes wurde die im neuen Ipad Pro erstmalig verbaute Technologie LidAR verwendet welche, wie bereits oben beschrieben, die Erkennung von Oberflächen und somit die Platzierung von Objekten in AR verbessert. Um herauszufinden ob die LidAR-Technologie die Immersionstiefe bei AR-Anwendungen erhöht wurden in einem User Research zehn Studenten der Hochschule Fresenius beobachtet und befragt. Die folgenden Kapitel stellen den Forschungsprozess und die Ergebnisse des User Research dar.

3.1 Hypothese

Die von uns aufgrund der Forschungsfrage aufgestellte Hypothese lautet demnach folgendermaßen:

„Nutzer die eine virtuelle AR-Szene mit einem Gerät mit LidAR-Technologie betrachten haben eine bessere User Experience als Nutzer ohne LidAR.“

3.2 User Research

Für die Untersuchungen wurden die zehn Studenten der Hochschule Fresenius in zwei Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe sollte selbstständig unsere App über ein von uns mitgebrachtes Ipad testen. Dabei verfügte das eine Ipad über LidAR-Technologie und das andere nicht. Nachdem jeder Student die App selbstständig getestet hatte wurden die Studenten gebeten jeweils zwei Fragebögen auszufüllen. Einen System Usability Scale (SUS) [1] Fragebogen und einen AttrakDiff Fragebogen.

Der Fragebogen zur System Usability enthält zehn Fragen um die Bedienbarkeit der App zu messen. Nutzer können bei jeder Frage zwischen „Ich stimme zu“, „Ich stimme nicht zu“ und drei Zwischenschritten wählen.

Der AttrakDiff Fragebogen misst die Bedienbarkeit und das Aussehen der App. Der Nutzer muss 28 gegensätzliche Adjektiv-Paare bewerten und das zu der App passendere Adjektiv oder einen Zwischenwert wählen.

3.2.1 Ergebnisse

System Usability Scale

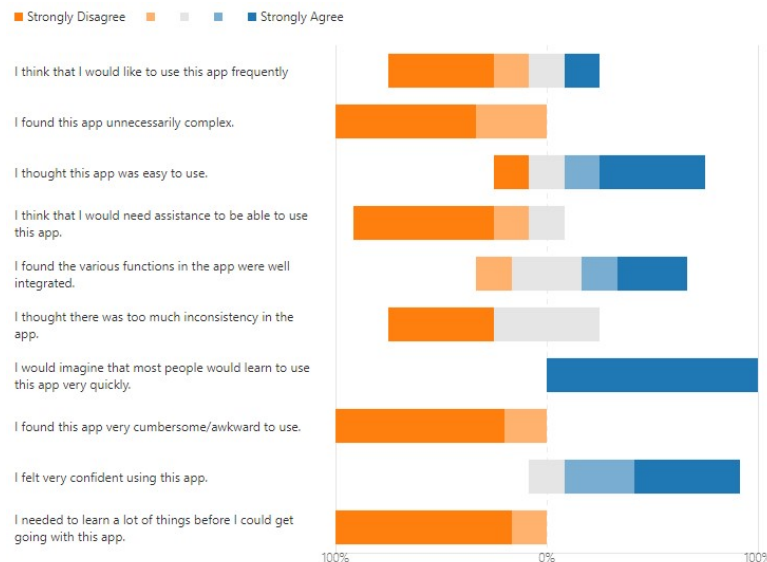


Abbildung 1: Ergebnisse des SUS bei Nutzern mit LiDAR

Wie in Abbildung 1 und Abbildung 2 zu sehen ähneln sich die Ergebnisse sehr. Die Nutzer fanden die App sowohl mit als auch ohne LiDAR Scanner unkompliziert, leicht erlernbar, wie auch einfach und konsistent in der Benutzung. Einzig bei den Fragen ob die Nutzer die App regelmäßig nutzen würden und ob die Funktionen gut integriert seien gibt es unterschiedliche Meinungen. Die Gruppe ohne LiDAR gab an dass die Funktionen der App weniger gut integriert wären, würden die App allerdings gerne regelmäßig nutzen. Bei der Gruppe mit LiDAR Scanner gaben die Nutzer an die App nicht regelmäßig nutzen zu wollen, fanden die Funktionen der App aber gut integriert.

Eine Auswertung der Fragebögen nach [2] ergab einen Wert von 79,5 für die App mit LiDAR Scanner und einen Wert von 75 ohne LiDAR Scanner. Damit erreicht die App sowohl mit als auch ohne LiDAR Scanner ein überdurchschnittliches Ergebnis nach [2].

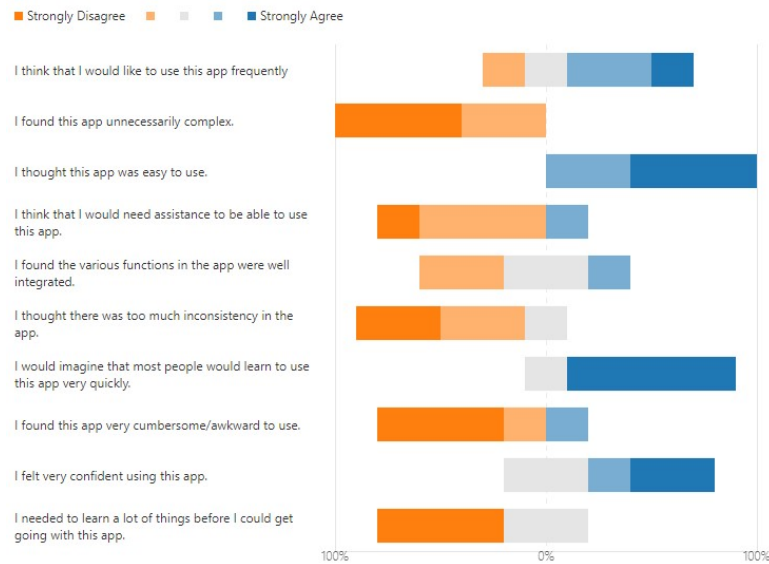
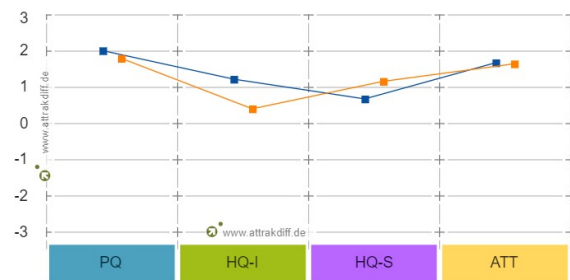


Abbildung 2: Ergebnisse des SUS bei Nutzern ohne LiDAR



(a) Portfolio der AttrakDiff Fragebogenergebnisse



(b) Mittelwerte der AttrakDiff Fragebogenergebnisse

Abbildung 3: AttrakDiff Fragebogenergebnisse; blau: mit LiDAR; orange: ohne LiDAR

AttrakDiff

Die Ergebnisse des AttrakDiff Fragebogens sind in Abbildung 3 und Abbildung 4 zu sehen. Die Fragebogenergebnisse der Gruppe mit LiDAR und ohne LiDAR wurden dabei direkt miteinander verglichen und werden in den Grafiken farblich wie folgt dargestellt: Blau symbolisiert die Ergebnisse des Fragebogens mit LiDAR während Orange die Ergebnisse ohne LiDAR darstellt.

In Abbildung 3a sind die aufgestellten Portfolios der beiden Gruppen hinsichtlich hedonischer und pragmatischer Qualität zu sehen. Ein Produkt besitzt pragmatische Qualität, wenn es die Aufgabenlösung effektiv und effizient unterstützt und beziehen sich damit auf Usability im eigentlichen Sinne. Hedonische Qualität geht über reine Nützlichkeit hinaus und beschreibt Aspekte die dem Nutzer Freude und Spaß bereiten sollen. Das Portfolio spiegelt die Angaben der Nutzer hinsichtlich der pragmatischen und hedonischen Qualität wieder. Je weiter oben im Portfolio das Produkt angeordnet ist, desto besser ist die hedonische Qualität und damit die

Freude der Nutzer am Produkt. Eine Einordnung des Produktes im rechten Drittel dagegen zeugt von einem Produkt mit welchem sich die Aufgaben effizient und effektiv lösen lassen. Die Angaben der Nutzer werden in Form eines Rechtecks dargestellt. Je größer das Rechteck ist, desto unsicherer sind sich die Nutzer bezüglich der pragmatischen oder hedonischen Qualität. Sowohl mit als auch ohne LiDAR wurde die App als „handlungsorientiert“ eingestuft, wobei die Unsicherheit bei der Gruppe ohne LiDAR hier größer ist.

In Abbildung 3b werden die Ergebnisse bezüglich der hedonischen Qualität weiter in Stimulation und Identität aufgeschlüsselt. Hedonische Identität bezieht sich dabei auf die Möglichkeit seine Identität durch das Produkt ausdrücken zu können und sich mit dem Produkt selber und seinem Image zu identifizieren.

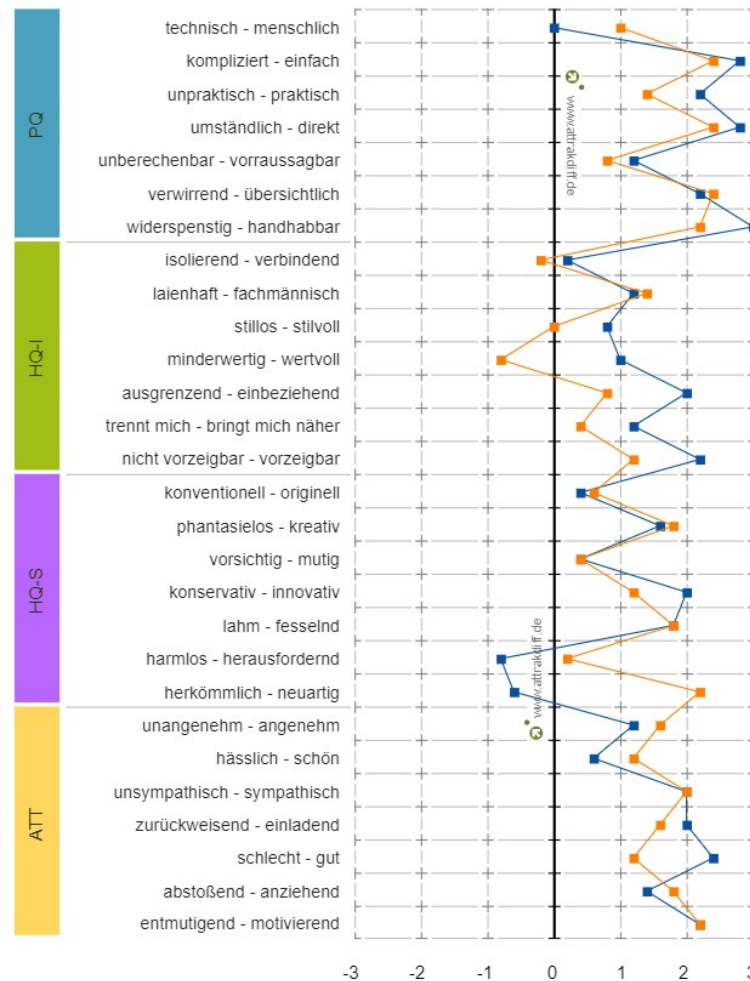


Abbildung 4: AttrakDiff Wortpaare; blau: mit LiDAR; orange: ohne LiDAR

3.3 Analyse der Ergebnisse

4 Schlussfolgerungen

5 Ausblick

Auch wenn die App bereits in einem funktionierenden Stadium ist, gibt es immer noch Features die in Zukunft ergänzt werden könnten. Die im Folgenden vorgestellten Ideen stellen eine Auswahl an Features da, welche die Nutzbarkeit der App verbessern und für einen breiteren Markt öffnen.

In der App können bereits Bilder, Videos und 3D-Modelle dargestellt werden. Denkbar wäre weiterhin eine Darstellung von PDFs in AR. So könnten bspw. studentische oder wissenschaftliche Arbeiten ebenfalls virtuell ausgestellt werden.

Auch wenn das Platzieren von Modellen bereits gut funktioniert, so ist die Auswahl mehrerer Modelle mühsam. Für jedes Modell muss das UI geöffnet und das gewollte Modell ausgewählt werden. Eine Verbesserung wäre hier eine durch eine AI unterstützte Schnellauswahl, welche dem User basierend auf dem gerade platzierten Modell thematisch ähnliche Modelle, z.B. aus demselben Studiengang, vorschlägt. So könnte der Workflow des Platzierens in der App erleichtert werden.

Und während bei 3D-Modellen die Platzierung mitten im Raum häufig gewollt ist um das Modell von allen Seiten betrachten zu können, sind in der Luft schwebende Bilder und Videos unter Umständen nicht gewollt. Aus diesem Grund sollten zwei-dimensionale Objekte wie Bilder oder Videos automatisch an physikalischen Entitäten wie Wänden platziert werden, sodass der Eindruck entsteht die Medien würden wie in einem Museum an den Wänden hängen.

Auch das Platzieren von Lichtquellen in der Szene ist geplant, um die Lichtverhältnisse in AR den Lichtverhältnissen der Realität besser anzupassen oder Highlights auf bestimmte Inhalte zu setzen. Dazu müssen Lichtquellen in AR über das App-Interface platzierbar gemacht und beim Speichern der Szene in der Datenbank gespeichert werden.

Zusammen mit der Implementierung von virtuellen Lichtquellen läge die Einführung von Schatten, welche die Modelle in AR werfen, nahe. Lichtquellen und Schatten würden die virtuellen Ausstellungen noch lebendiger und realer werden lassen.

Um den Informationsgehalt der virtuellen Ausstellungen zu erhöhen ist die Darstellung der Künstlerdaten, wie Name des Künstlers, Name des Modells, etc. geplant. In einem Text-UI sollen diese, bereits in der Datenbank vorliegenden, Daten dynamisch erstellt und dargestellt werden.

Für die HAW Hamburg ist die Anbindung an eine, von den Studenten der HAW genutzten, Datenbank zwar sinnvoll, für andere interessierte Institutionen wie andere Hochschulen oder Museen allerdings weniger. Aus diesem Grund planen wir die Anbindung der APP an externe APIs wie Sketchfab und Google Poly, wo jeder 3D-Modelle hochladen und nutzbar machen kann. So ist die App nicht mehr nur von unserer selbst entworfenen Datenbank abhängig, sondern kann automatisch auf große Modell-Bibliotheken zugreifen.

Damit von Kuratoren erstellte virtuelle Szenen nicht von Außenstehenden frei verändert werden können ist die Implementierung einer Login-Maske als Kurator in der Diskussion.

Und um die Handhabung der App und das Erstellen von Szenen weiter zu vereinfachen gibt es Pläne neue Szenen direkt in der App erstellen zu können. Zur Zeit können diese ausschließlich über ein Interface auf dem CMS erstellt werden. Um diesen Schritt zu umgehen und nicht mehr von einer zweiten Application abhängig zu sein könnte dieser erste Schritt bereits in der App passieren. Weiterhin sollte der Szenen-Name direkt über die App und nicht nur über das Content-Management-System änderbar sein.

Die letzten beiden Ideen handeln von einem Tutorial für Erstnutzer, welches die Funktionen der App anschaulich beim Ersten Öffnen zeigt und die Erfahrung des Nutzers so verbessert und einem angepassten Interface für Smartphones. Das jetzige Interface der App ist für das neue Ipad Pro mit LidAR-Scanner optimiert und funktioniert bei bspw. dem neuen Iphone 12 Pro nicht optimal. Eine Anpassung des User Interfaces an unterschiedliche Gerätetypen wäre bei einer wachsenden Auswahl an unterstützten Geräten wünschenswert.

Wie zu sehen ist, ist das Potenzial der App bei Weitem noch nicht ausgeschöpft und wird auch in Zukunft von uns weiter entwickelt und verbessert werden. Die hier vorgestellten Features stellen unsere Ideen für eine mögliche zukünftige Erweiterung der App dar.

Literatur

- [1] usability.gov. (n.a.) System usability scale (SUS). Letzter Zugriff: 28.10.2020. [Online]. Available: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>
- [2] usabilityTEST. (n.a.) System usability scale (SUS) plus. Letzter Zugriff: 28.10.2020. [Online]. Available: <https://www.usabilitytest.com/system-usability-scale>