



Virtuelle Rekonstruktion der Ruine der Klosterkirche in Hude mit Hilfe von Augmented Reality

Timo Breilmann ⁽¹⁾, André Brouer ⁽¹⁾, Roland Pesch ^(1,2), Ingrid Jaquemotte ⁽¹⁾

(1) Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth, Abteilung Geoinformation, 26121 Oldenburg

(2) Korrespondierender Autor: roland.pesch@jade-hs.de

Abstract

Immersive Technologien haben das Potenzial, kulturelles Erbe für die breite Öffentlichkeit erlebbar zu machen. Diese Technologien können die herkömmlichen Mittel, wie Museen, Ausstellungen oder Bücher ergänzen und erweitern und damit einen verbesserten Eindruck von Entwicklungen und Veränderungen geben, aus denen die heutige materielle und kulturelle Umwelt hervorgegangen ist. Vor allem Augmented Reality (AR) wird zunehmend eingesetzt, um Entwicklungen und Veränderungen anschaulich zu machen. Es wird hier die Entwicklung einer Applikation für Smartphones vorgestellt, die es mit Hilfe von AR ermöglicht, Inhalte zur Ruine der Klosterkirche in Hude zu erkunden. Das Klosterareal liegt im Landkreis Oldenburg zwischen Oldenburg und Bremen. Die Kirche wurde im 12. und 13. Jahrhundert in Stil der frühen Backsteingotik errichtet. Sie wurde im 16. Jahrhundert aufgehoben und lange Zeit danach von den umliegenden Dörfern als Steinbruch genutzt. Die bis heute verbliebenen Mauerreste sind ein bedeutendes Kulturdenkmal und Gegenstand von Modellierungen, die den Ursprungszustand des Bauwerks veranschaulichen sollen. AR-Techniken können einen nützlichen Beitrag dazu leisten. Dazu wird eine neu entwickelte Applikation beschrieben und Hintergrundinformationen zur Erstellung gegeben sowie das Datenmaterial und die eingesetzten Methoden vorgestellt. Ergebnisse der virtuellen Modell-Rekonstruktion werden präsentiert und interpretiert. Abschließend wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick gegeben.

Schlüsselworte:

Hude, Klosterkirche, Ruine, virtuelle Rekonstruktion, Augmented Reality

Zitation:

Breilmann, T., Brouer, A., Pesch, R., Jaquemotte, I.: Virtuelle Rekonstruktion der Ruine der Klosterkirche in Hude mit Hilfe von Augmented Reality. Transformation Dynamics 2025, 2, 5. (S. 95-114). DOI: 10.23660/voado-595. ISSN: 2510-9766.

Einleitung

Die zunehmende Verbreitung von Smartphones und ihre Integration in den Alltag haben in den letzten Jahren eine breitere Anwendung von Augmented-Reality-Technologien (AR) ermöglicht. Diese Entwicklung hat dazu beigetragen, dass AR-Anwendungen leichter zugänglich sind, da praktisch jeder über die erforderliche Hardware verfügt, um von den Möglichkeiten dieser Technologie zu profitieren. Die AR-Technologie eröffnet innovative Wege, Inhalte für Lernende erlebbar zu machen, indem virtuelle Elemente nahtlos in die reale Welt integriert werden. Die Kombination von realer und digitaler Welt durch AR bietet nicht nur neue Perspektiven für Bildung und Kulturerhaltung, sondern liefert auch Möglichkeiten für immersive Erfahrungen und interaktives Lernen. Umweltveränderungen und kulturelle Entwicklungen lassen sich so in einer besonders gut zugänglichen Weise darstellen, indem der reale visuelle Eindruck durch Einblendung zusätzlicher virtueller Elemente ergänzt oder verändert wird. So können durch die Nutzung von AR historische Informationen und kulturelles Erbe auf eine dynamische und ansprechende Weise präsentiert werden. Die Ruine der Klosterkirche in Hude, für welche im Rahmen dieser Arbeit eine AR-Applikation entwickelt wurde, dient als Beispiel für die Anwendung dieser Technologie.

Die Ruine der Klosterkirche Hude, das Objekt der Rekonstruktion

Das Objekt, welches innerhalb dieser Arbeit virtuell rekonstruiert und mit Hilfe von AR zugänglich gemacht wird, ist die Ruine der Klosterkirche in Hude (Abbildung 1). Das Areal liegt in der Gemeinde Hude (Landkreis Oldenburg) im Nordwesten von Niedersachsen zwischen Bremen und Oldenburg. Erbaut wurde das Zisterzienserkloster von dem Jahr 1232 bis etwa 1300 im Stil der frühen Backsteingotik. Die ehemalige Torkapelle des Klosters „Portus Sancte Marie“ ist heute als evangelisch-lutherische St Elisabeth-Kirche in Benutzung. Die Klosterkirche wurde 1536 aufgelöst und diente anschließend als Steinbruch für die umliegenden Dörfer. Die Besonderheit des Baumaterials wurde schon damals sehr gut beherrscht; die hohe Qualität der Verarbeitung zeigt sich an den figürlichen Details und der Verwendung von glasierten Backsteinen (Denkmalatlas Niedersachsen 2024). Das Mittelschiff der Klosterkirche von Ostmauer zur Westmauer war 57,57 Meter lang, 24,95 Meter breit und das Querschiff war 28,20 Meter lang (Sello 1843).



Abb 5 Ruine der Klosterkirche in Hude (Ansicht aus Südwesten).

Ziel der virtuellen Rekonstruktion

Ziel des Projekts ist es, eine Applikation (App) zu erstellen und damit das kulturelle Erbe der Region Hude auf digitale Weise für eine breite Öffentlichkeit leicht zugänglich zu machen. Bislang können Informationen über das Kloster und die Region größtenteils über herkömmliche Mittel wie Bücher, Internetseiten oder das Museum in Hude bezogen werden, sodass eine App eine dauerhafte Verfügbarkeit der Informationen sowie einen Blick auf die Ruinen und die damalige Klosterkirche bieten kann. Zusätzlich strebt die App an, verschiedene Altersgruppen durch eine interaktive Erfahrung mittels AR-Funktion anzusprechen und ihr Interesse an der regionalen Geschichte zu fördern. Durch die Verbindung von Informationen zum Kloster und der Colonie Hudermoor in der Applikation soll ein umfangreicher Wissensschatz über die lokale Historie in einer interaktiven Anwendung vermittelt werden. Nutzende der Applikation sollen animiert werden, nicht nur digital in der App mehr über das Kulturerbe der Region herauszufinden, sondern sich auch selbst weiterführend zu informieren, z. B. über einen Besuch im Museum Kloster Hude.

AR-Technologien im Bildungskontext: Erhaltung und Vermittlung von Kulturerbe, Erfahrung von Entwicklungen und Veränderungen

In der aktuellen Forschung spiegeln zahlreiche Projekte das Bestreben wider, kulturelles Erbe digital zu rekonstruieren und damit interaktiv erlebbar zu machen. Interessante Beispiele hierzu sind Castagnetti et al. (2017) mit ihrem umfassenden Ansatz, bei welchem sphärische Fotos, Laserscans und historische Daten genutzt wurden, um immersive virtuelle Erlebnisse römischer Stätten in der Toskana zu schaffen. Longo et al. (2017) erforschten das Potenzial von Intelligent Serious Games (ISGs) in Museumszusammenhängen, indem sie Bildungsinhalte mit interaktiven Spielelementen verbanden, um Besuchererlebnisse zu personalisieren und eine tiefere Auseinandersetzung mit kulturellen Inhalten zu fördern. Madsen und Madsen (2015) entwickelten Installationen für Schlossmuseen, die überzeugende 3D-Repräsentationen historischer Stätten auf Handheld-Tablets und immersiven Großbildschirmen boten. Okanovic et al. (2022) betonten das Potenzial, Benutzende durch fesselnde Geschichtenerzählung und interaktive Erlebnisse zu begeistern und damit Bildungs-erfahrungen zu bereichern. Diese Projekte verdeutlichen gemeinsam die vielfältigen Methoden und Technologien, die verwendet werden, um kulturelles Erbe im digitalen Zeitalter zu bewahren, zu interpretieren und zu vermitteln.

Im Rahmen einer Metaanalyse ergaben Untersuchungen, dass primär in naturwissenschaftlichen und künstlerischen Museen auf AR- und VR-Technologien zurückgegriffen wird, um in erster Linie deklaratives Wissen zu vermitteln. Diese Technologien werden häufig verwendet, um zusätzliche Informationen auf physische Ausstellungsstücke zu projizieren, um in der Regel unsichtbare Phänomene oder Konzepte dynamisch zu visualisieren. Die Möglichkeit, dass Besuchende einer Ausstellung mittels AR- oder VR-Anwendung virtuelle Objekte manipulieren oder generieren können, wurde bislang nur in vereinzelnden Studien untersucht. Eine Metaanalyse zeigt, dass AR- und VR-Anwendungen einen positiven Einfluss auf den akademischen Erfolg von Lernenden und auf die Lernerfahrung haben (Zhou et al. 2022).

Material und Methoden

Bei der Vorstellung vergleichbarer Vorhaben für Anwenderinnen und Anwender wird meist nur das fertige Produkt vorgestellt. Wir geben hier einen Einblick in die zugrundeliegenden Entwicklungsschritte und Programme, die verwendet wurden.

Software

Die im Rahmen unseres Projekts erstellte Anwendung wird innerhalb des Unity 3D game engine environment (unity3d.com) entwickelt, welches kostenlos genutzt werden kann. Zusätzlich ist die Verwendung der Plattform Vuforia von der Firma PTC notwendig, wodurch AR-Anwendungen für mobile Endgeräte realisiert werden. Bei der Wahl der Entwicklungsoftware wurde auf Unity zurückgegriffen, da es aufgrund der Features, einer einfach zu bedienenden Benutzeroberfläche sowie umfangreichen Anleitungen einen schnelleren Einstieg für Anfänger gegenüber der ebenfalls beliebten Spiele-Entwicklungsoftware Unreal Engine bietet (AL LAWATI 2020: 5). Außerdem wurden Unity und Vuforia genutzt, da diese in vorherigen studentischen Projekten zum Einsatz kamen und damit Anwendungserfahrungen zugänglich waren. Für die Datenaufbereitung der 3D-Modelle wird die kostenlose Grafiksoftware Blender (blender.org) verwendet. Weiterhin werden die Softwares MeshLab (meshlab.net) und Instant Meshes (github.com/wjakob/instant-meshes) eingesetzt. Inkscape findet Anwendung beim Erstellen einer Merkmalskarte für die AR-Anwendung der Applikation.

Datengrundlage und -aufbereitung

In der Applikationsentwicklung werden verschiedene Arten von texturierten 3D-Modellen verwendet. Die Modelle unterscheiden sich: einige veranschaulichen den aktuellen Zustand der Klosterkirchenruine, andere versuchen eine Rekonstruktion der historischen Situation des ursprünglichen Gebäudes. Zur Aufnahme der aktuellen Ruinen kamen unterschiedliche Erfassungsmethoden zum Einsatz. Die genutzten 3D-Modelle sowie deren Erfassungs- bzw. Modellierungsmethode sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab 1 Verwendete 3D-Modelle in der AR-Anwendung.

3D-Modell	Erfassungs- / Modellierungsmethode
Klosterkirche Hude	Historische Rekonstruktion (erstellt durch die Jade Hochschule aus dem Jahr 2007)
Erster Teil der Klosterkirchenruine	Structure from Motion (Schleifer et al. 2017)
Zweiter Teil der Klosterkirchenruine	Aufnahme mit Laserscanner Zoller+Fröhlich 5010X mit Farbinformationen (Buchhage et al. 2017)

Um eine ansprechende Visualisierung innerhalb der AR-Anwendung zu gewährleisten, werden die o. g. Modelle vor der Implementierung in die AR-Anwendung noch weiter vorverarbeitet.

Die Texturen des Modells der Klosterkirche Hude bestanden aus veralteten Rastergrafiken. Das komplexe Verhalten von Licht auf verschiedenen Materialien kann durch physikbasiertes Rendering (PBR) realistisch dargestellt werden (Kumar 2020: 27). Für das Modell der Klosterkirche werden passende PBR-Texturen von Poly Haven (polyhaven.com), einer öffentlichen Bibliothek für 3D-Assets, bezogen. Nachdem in Blender mittels UV-Unwrapping eine zweidimensionale Projektion für das 3D-Modell generiert wird, können die entsprechenden PBR-Texturen (Ziegelsteine, Dachziegel, Holz etc.) für die einzelnen Teile der Klosterkirche zugewiesen werden. Die Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt des 3D-Modells der Klosterkirche vor und nach der Aufbereitung.

Das 3D-Modell des ersten Teiles der Klosterkirchenruine basiert auf einer photogrammetrischen Aufnahme. Hier liegt bereits ein Mesh vor, welches mit dem Structure-from-Motion-Verfahren generiert wurde (Tabelle 1). Dieses Mesh besteht aus etwa 1,8 Millionen Polygonen (Abbildung 3

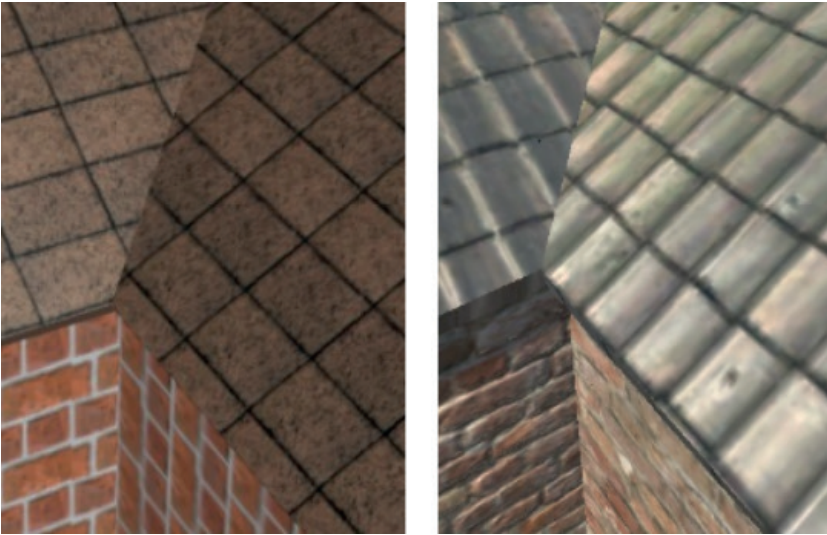


Abb 2 Veraltete Texturen (links) und PBR-Texturen (rechts) des 3D-Modells der Klosterkirche Hude.

oben). Um eine reibungslose Performance in der AR-Anwendung zu erzielen, ist es von Vorteil, Low-Poly-Modelle mit hochaufgelösten Texturen zu nutzen (Kumar 2020: 42). Das High-Poly-Mesh wird zu diesem Zweck zunächst mit der Software Instant Meshes reduziert. Dabei wird die Anzahl der Polygone um $\sim 94\%$ auf etwa 96000 Polygone verringert. In diesem Schritt wird auch das Orientierungsfeld der Polygone des Meshes ausgerichtet, um die weitere Verarbeitung des Modells zu vereinfachen. Das resultierende Low-Poly-Modell kann dann in Blender mittels Texture Baking die hochqualitativen Details des High-Poly-Modells erhalten. In Abbildung 3 ist das ursprüngliche High-Poly-Modell und das reduzierte Low-Poly-Modell zu erkennen. Es werden zudem Löcher im Mesh geschlossen und fehlerhafte Texturen korrigiert.

Grundlage für das 3D-Modell des zweiten Teils der Klosterkirchenruine ist die Punktwolke eines terrestrischen Laserscanners (Tabelle 1). Die Punktwolke wird in MeshLab geladen und zunächst auf den relevanten Teil der Klosterkirchenruine zugeschnitten. Aus Performancegründen wird die aus ca. 76 Millionen Punkten bestehende Punktwolke für die weitere Verarbeitung auf etwa 12 Millionen Punkte simplifiziert. Anschließend wird mittels Poisson Surface Reconstruction ein Mesh erstellt.

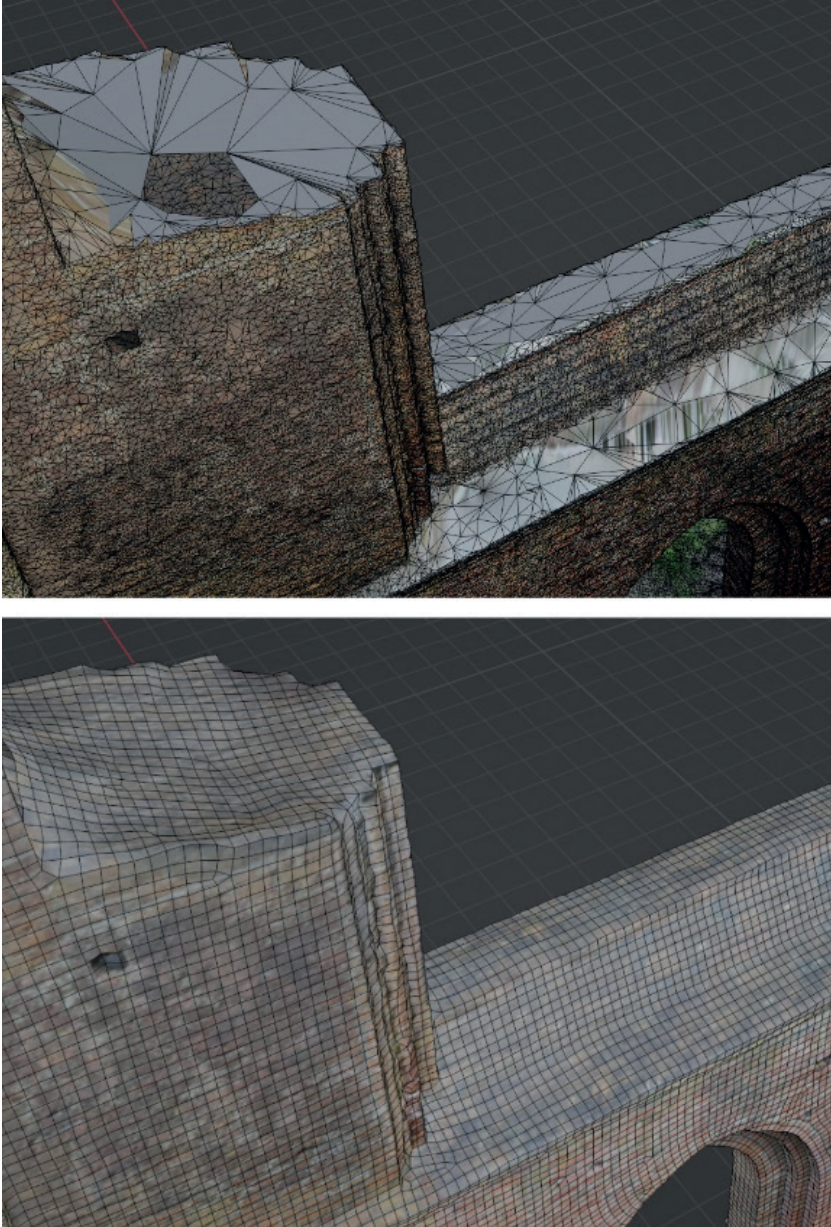


Abb 3 High-Poly-Modell (oben) und aufbereitetes Low-Poly-Modell (unten) für den ersten Teil der Klosterkirchenruine.

Dieses Mesh kann dann mit den Farbattributen der hochauflösenden Punktwolke texturiert werden. Auch bei diesem Teil der Ruine wird die Software Instant Meshes eingesetzt, um die Anzahl der Polygone des Meshes für eine bessere Performance der AR-Anwendung um ca. 75% auf ~18000 zu reduzieren. Zusätzlich wird das Orientierungsfeld der Polygone des Meshs ausgerichtet, um die weitere Prozessierung des Modells einfacher zu gestalten. Das resultierende Low-Poly-Modell erhält in Blender mittels Texture Baking die hochqualitativen Details des High-Poly-Modells. Anschließend wird das Modell weiter verfeinert, indem Löcher im Mesh geschlossen und Bereiche mit fehlerhaften Texturen und Oberflächenformen (z. B. durch störende Vegetation bei der Aufnahme) bestmöglich korrigiert werden. Die Abbildung 4 zeigt die auf die Ruine zugeschnittene Punktwolke des Laserscans und das daraus resultierende 3D-Modell.

Entwicklung der Applikation

Für die Entwicklung der Applikation wird zuerst innerhalb der Spieleentwicklungssoftware Unity eine Canvas erstellt, welche den sichtbaren Bildschirmbereich repräsentiert und somit die Begrenzung für die Benutzeroberfläche darstellt. In diesem Rechteck können anschließend Textfelder, Buttons und Bildelemente hinzugefügt werden.

Für die Steuerung der Benutzeroberfläche werden C#-Skripte geschrieben, in denen für jeden Button eine passende Funktion definiert ist. Beim Öffnen der App sorgt die Programmierung dafür, dass lediglich das Fenster der Startseite aktiv geschaltet ist und die anderen Seiten somit nicht sichtbar sind. Betätigt der Nutzende einen Button, wird die zugeordnete Funktion ausgeführt, wodurch die gewünschte Seite sichtbar und somit ebenfalls nutzbar wird. Ebenfalls befindet sich in jedem Fenster (ausgenommen der Startseite) ein Pfeil in der rechten oberen Ecke, welcher ebenfalls einen Button mit passender Funktion darstellt. Dieser aktiviert die vorherige anstatt der aktuellen Seite, sodass der Nutzende zur Seite davor zurückkehren kann.

Für den internen Aufruf von Websites in der Applikation müssen passende Skripte und Plug-ins heruntergeladen und in dem Unity-Projekt importiert werden. Anschließend wird einem Button die passende Funktion untergeordnet und der Link zur Webseite hinzugefügt.

Um die AR-Funktionalitäten in die Anwendung zu integrieren, muss in Unity das Plug-in Vuforia installiert werden. Zusätzlich ist ein Developer Account im Vuforia Engine Developer Portal notwendig. In diesem Por-

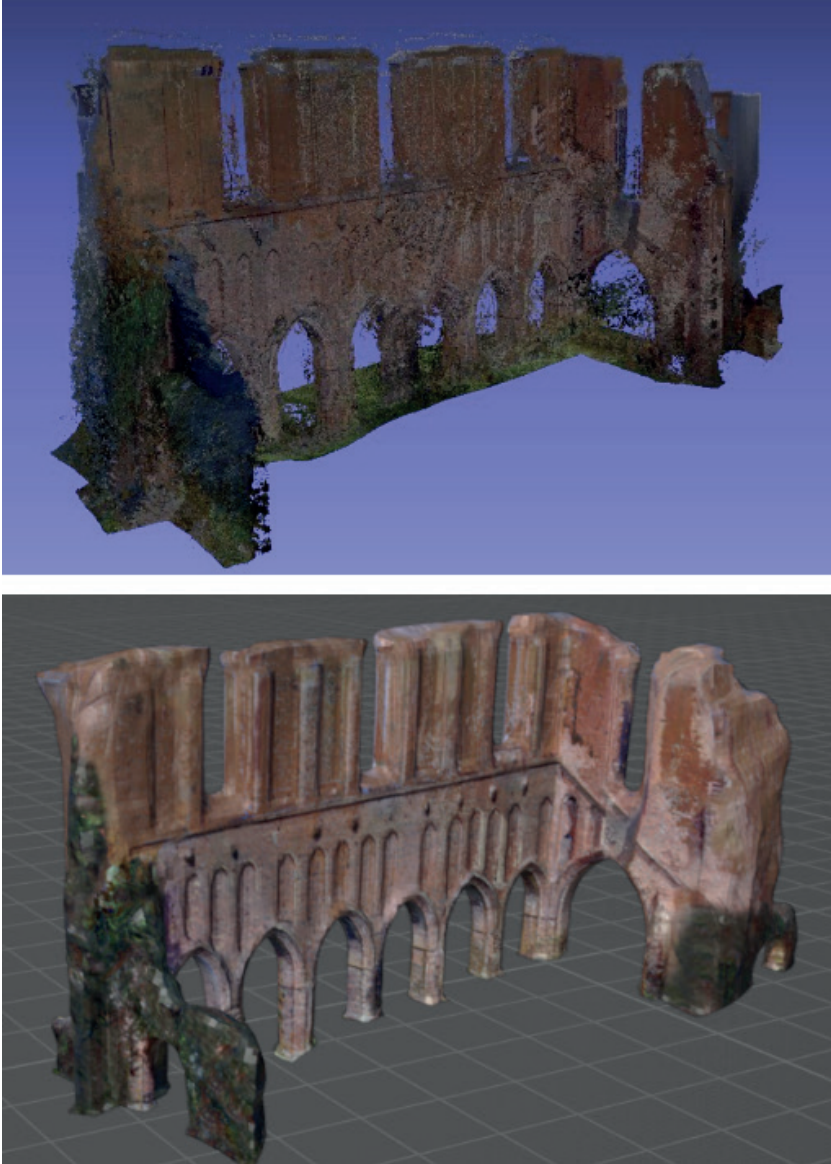


Abb 4 Punktwolke des Laserscans des zweiten Teils der Klosterkirchenruine (oben) und darauf basierendes 3D-Modell (unten).

tal kann eine Merkmalskarte hochgeladen werden, die anschließend als Unitypackage exportiert und in das Unityprojekt importiert werden kann. Für die AR-Anwendung wird eine Merkmalskarte in der Software Inkscape entworfen, die in Abbildung 5 betrachtet werden kann. Über den abgebildeten QR-Code kann ab März 2024 eine Early-Access Version der Applikation im Google PlayStore heruntergeladen werden.

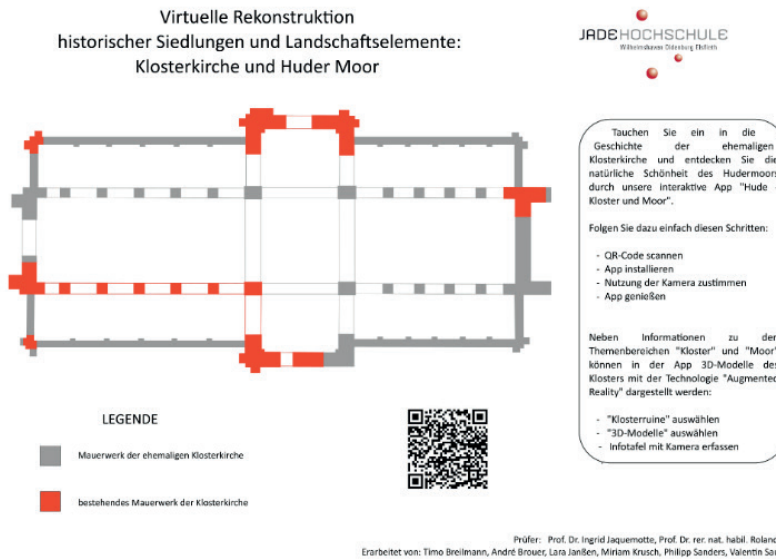


Abb 5 Merkmalskarte der AR-Anwendung.

Die aufbereiteten 3D-Modelle von der rekonstruierten Klosterkirche sowie von den heutigen Ruinen werden in Unity passend auf dem Grundriss der Merkmalskarte platziert. Anschließend werden die 3D-Modelle der Merkmalskarte zugeordnet. Durch eine Funktion wird dann definiert, dass beim Anklicken des Buttons „3D-Modelle“ die Rekonstruktion der Klosterkirche sichtbar ist und durch „Wechsel zum Ruinen-Modell“ lediglich der aktuelle Stand der Klosterkirche angezeigt wird.

Die AR-Anwendung wird zusätzlich dynamisch und ansprechender gestaltet, indem Animationen von Pfauen integriert werden (Abbildungen 9, 10, 11). Das Pfauenmodell und die entsprechenden Animationen werden aus dem Unity Asset Store bezogen. Es erfolgt eine Programmierung, so dass sie auf der Merkmalskarte der AR-Anwendung umherlaufen und ver-

schiedene Verhaltensweisen ausführen. Dafür wird ein NavMesh auf der Merkmalskarte angelegt und ein C#-Skript entwickelt, das eine Routine für die Pfauen definiert. In dieser bewegen sich die Tiere einige Schritte vorwärts, führen dann zufällige Animationen aus (Aufspannen der Federn, Umherschauen, Picken auf dem Boden) und rotieren dabei zufällig, um ein realistisches Verhalten zu simulieren. Anschließend setzen die Pfauen ihren Weg fort, indem sie erneut einige Schritte zurücklegen. Um sicherzustellen, dass sich die Pfauen innerhalb des festgelegten Bereichs bewegen und nicht außerhalb der Merkmalskarte der AR-Anwendung oder ins Innere der Ruinen gelangen, wird das NavMesh entsprechend eingegrenzt.

Ergebnisse

Aufbau der Benutzeroberfläche

Der Aufbau der Benutzeroberfläche der entwickelten Applikation wird in der Abbildung 6 dargestellt. Eine Ansicht der Startseite der Applikation findet sich in Abbildung 7. Auf der Startseite der Applikation sind Textfelder für Überschrift und Einführungstext, Button- sowie Bildelemente implementiert. Zusätzlich wird ein kleineres, leicht transparentes Rechteck mit abgerundeten Ecken eingefügt, welches die notwendigen Informationen und Buttons enthält. Einige weitere Bildschirmaufnahmen aus der Applikation sind im Anhang 1 bis 4 aufgeführt.

Auf der Seite „Download“ der App kann über einen Button auf eine Cloud zugegriffen werden, die die Merkmalskarte für die AR-Anwendung enthält. Zudem kann auf der Startseite über einen entsprechenden Button das Impressum und die Datenschutzerklärung in einem neuen Fenster aufgerufen werden. Beim Anklicken von „Hudermoor“ oder „Ruine der Klosterkirche“ auf der Startseite ändert sich der Hintergrund passend zum Thema in einen Grün- bzw. Brauntönen.

Im Fenster Hudermoor (siehe Anhang 1) kann eine Webseite aufgerufen werden, die umfangreiche Informationen in Form von Texten, Bildern und Karten enthält und sich StoryMap nennt (siehe Janßen et al., in diesem Band). Diese kann entweder direkt in der App als Popup-Fenster oder extern im Internetbrowser des mobilen Geräts geöffnet werden. Die Anwendung ist insgesamt für den Gebrauch im Querformat programmiert, sodass die StoryMap des Hudermoores bei Nutzung in der App ebenfalls diese Ausrichtung aufweist. Da die Seite jedoch für ein Smartphone im Hochformat ausgerichtet ist, gestaltet sich eine externe Öffnung der Webseite als sinnvoller aufgrund einer besseren Übersichtlichkeit.

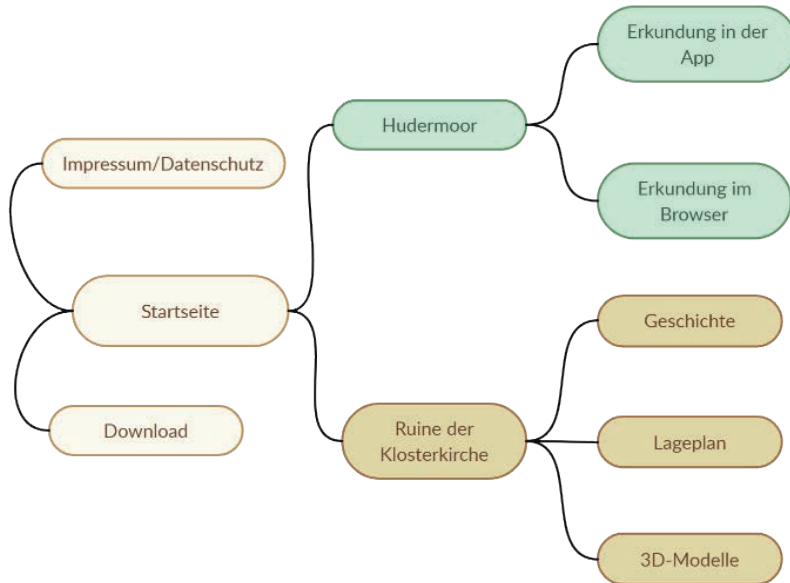


Abb 6 Schematischer Aufbau der Applikation.

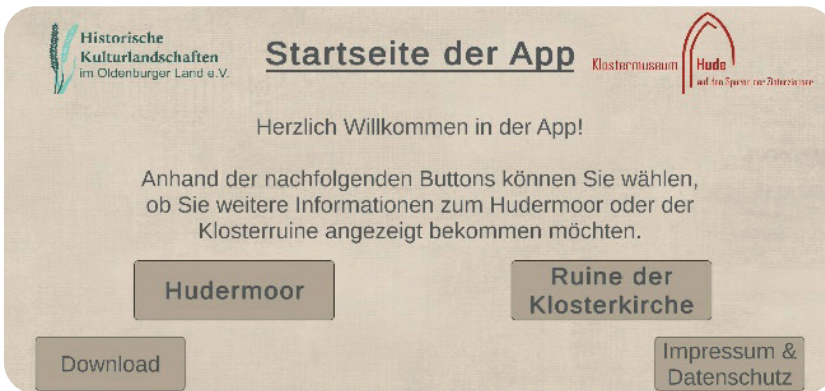


Abb 7 Startseite der Applikation.

Auf der Geschichtsseite der Klosterkirche (siehe Abbildung 8, oder Anhang 3) werden Epochen in einem Zeitstrahl dargestellt. Dabei handelt es sich um Text-Button-Elemente, welche angeklickt werden können und dadurch weitere Informationen anzeigen. Bei umfangreicheren Stichpunkten kann der Textblock gescrollt werden.



Abb 8 Geschichtsseite mit Zeitstrahl.

Die Lageplan-Benutzeroberfläche (siehe Anhang 4) ermöglicht die Interaktion mit verschiedenen Buttons, die Zahlen von eins bis achtzehn aufweisen und beim Betätigen passende Beschreibungen der Karte anzeigen. Schließlich kann über den Button „3D-Modelle“ die AR-Funktionalität aufgerufen werden, die im folgenden Kapitel näher beschrieben wird.

AR-Anwendung

Die AR-Anwendung kann über den Button „3D-Modelle“ aufgerufen werden. Die Merkmalskarte wird detektiert, sofern die Smartphonekamera diese ausreichend erfasst. Nach der erfolgreichen Detektion wird das 3D-Modell der rekonstruierten Klosterkirche lagerichtig auf dem Grundriss auf der Merkmalskarte visualisiert. Durch das Anklicken des Buttons „Wechsel zum Ruinen-Modell“ bzw. „Wechsel zur Rekonstruktion“ kann zwischen den beiden Alternativen gewechselt werden, (siehe Abbildung 9/10 und 11).



Abb 9 Rekonstruktion der Klosterkirche mittels AR dargestellt (Längsseite).



Abb 10 Rekonstruktion der Klosterkirche mittels AR dargestellt (Schmalseite).

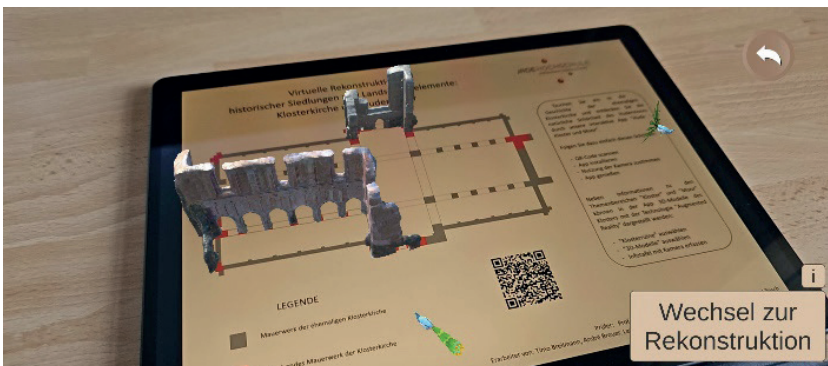


Abb 11 Ruine der Klosterkirche mittels AR dargestellt.

Die 3D-Modelle können mittels markerbasierten Trackings auch nach einer Veränderung des Kamerastandpunktes oder des Blickwinkels weiterhin korrekt positioniert werden, solange die Merkmalskarte von der Kamera erfasst wird.

Diskussion

Die AR-Anwendung ermöglicht eine interaktive Erkundung der Klosterkirchenruine und der rekonstruierten Klosterkirche, wobei Nutzender durch einen Button in der Anwendung zwischen verschiedenen Ansichten hin- und herschalten können. Diese Funktion bietet eine ästhetische Visualisierung der noch vorhandenen Teile der Klosterkirche und schafft so einen erleichterten Zugang zum Verständnis der architektonischen Struktur.

Durch die immersive Natur von AR wird die Lernerfahrung intensiviert, was zu einem erhöhten Interesse und Verständnis seitens der Nutzenden führen kann. Die interaktive Lernerfahrung wird durch einen Lageplan des Klosterareals und die Darstellung seiner Geschichte weiter unterstützt. Diese Integration erlaubt es, nicht nur die Ruine der Klosterkirche zu erkunden, sondern auch einen umfassenderen Einblick in das historische und kulturelle Erbe des Klosters zu gewinnen. Darüber hinaus schafft die Einbeziehung des Teils zum Hudermoor in der App zusätzliche Möglichkeiten für die Nutzenden, sich über die Umgebung zu informieren und ein umfassenderes Bild der Region zu erhalten.

Die Integration verschiedener Aspekte in einer einzigen Anwendung erweitert somit das Erlebnis und fördert ein ganzheitliches Verständnis der Geschichte und Kultur des Klosters sowie seiner Umgebung. Durch die Applikation kann zudem ermöglicht werden, dass die Informationen zu der Ruine der Klosterkirche und deren Rekonstruktion ebenfalls außerhalb der Öffnungszeiten des Klostermuseum abgerufen werden können.

Die Benutzeroberfläche der App wurde durch wenige unterschiedliche Elemente intuitiv gestaltet. Dies ermöglicht dem Nutzenden eine übersichtliche App zu erkunden, die einen schnell zu den gewünschten Informationen leitet.

Fazit und Ausblick

Durch die Applikation kann historisches Wissen durch moderne Technologien vermittelt werden. Es konnte mit der Applikation eine interaktive Lernerfahrung geschaffen werden, welche neben den

herkömmlichen Herangehensweisen einen neuartigen Ansatz darstellt. Besonders Augmented Reality kann als innovative Technologie angesehen werden, um das Interesse und Verständnis historischer Inhalte in verschiedenen Zielgruppen zu fördern und somit Kulturerbe breiter zugänglich zu machen.

Im Rahmen des Projekts wurde eine AR-Anwendung für die Klosterkirchenruine in Hude erstellt, die auf mobilen Endgeräten flüssig genutzt werden kann, solange die Merkmalskarte ausreichend von der Smartphone-Kamera erfasst wird. Darüber hinaus ergänzen die interaktiven Fenster zu der Geschichte sowie dem Lageplan des Klosterareals die Applikation um textliche sowie kartographische Informationen. Durch die interaktiven Elemente und die immersive Erfahrung bei der Nutzung der Applikation können die Informationen Interessierten langfristig auf ansprechende Weise vermittelt werden.

Für das hier dargestellte Projekt wurden bisher noch keine Daten über das Nutzererlebnis der App erhoben. Die Applikation fand im Rahmen einer Präsentation in Hude jedoch breiten Zuspruch bei Presse und Anwohnenden der Stadt. So kann davon ausgegangen werden, dass durch die Entwicklung und Nutzung der Applikation das Bewusstsein von der Klosterkirchenruine verstärkt werden kann und so das Kulturerbe der Region bekannter wird.

Zukünftig wäre es möglich, dass die Merkmalskarte (Abbildung 5), welche als Grundlage für die AR-Anwendung dient, vor dem Museum als dauerhafte Informationstafel errichtet wird. Anhand des QR-Codes auf dieser können Interessierte die Anwendung aus dem Google PlayStore herunterladen und die 3D-Modelle zu der Klosterkirche direkt in anschaulicher Größe auf die Tafel projizieren.

Ebenfalls wäre eine Erweiterung der Applikation denkbar. Neben der Geschichte sowie dem Lageplan können weitreichendere Informationen zum Kloster hinzugefügt werden. Es wäre ein Fenster zu dem gesamten Klosterareal möglich, auf welchem zusätzlich die anderen ehemaligen Gebäude lokalisiert und Texte abgerufen werden könnten. Denkbar wäre außerdem eine Ergänzung der AR-Anwendung um die Innenraum-Rekonstruktion der Klosterkirche. Dadurch könnten ebenfalls Eindrücke der damaligen Räumlichkeiten und des inneren Aufbaus erhalten werden.

Literatur und Datenquellen

- Buchhage, J., Peters, L. K., Schmidt, A. (2017). Laserscan und Modellierung Klosterruine Hude. Projekt Visualisierung. Jade Hochschule Oldenburg
- Castagnetti, C., Giannini, M., & Rivola, R. (2017). Image-based virtual tours and 3d modeling of past and current ages for the enhancement of archaeological parks: The visualversilia 3d project. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42, 639-645.
- Denkmalatlas Niedersachsen (2024): Klosterkirche Hude (ehem. St. Maria) <https://denkmalatlas.niedersachsen.de/viewer/metadata/35968067/3/-/>; abgerufen am 10.10.2025
- Janßen L., Sanders P., Sauerbier V. (in diesem Band): Die Kolonie Hudermoor: Nutzungswandel und Landsenkung im Laufe der Jahrzehnte. Bericht zu einer Storymap. Transformation Dynamics II
- Kumar, A. (2020). Beginning PBR Texturing: Learn Physically Based Rendering with Allegorithmic's Substance Painter. Apress. Berkeley, Kalifornien.
- Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A., & Vetrano, M. (2017). An intelligent serious game for a multi-device cultural heritage experience. International Journal of Simulation and Process Modelling, 12(6), 498-514.
- Madsen, J. B., & Madsen, C. B. (2015). Handheld visual representation of a castle chapel ruin. Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCCH), 9(1), 1-18.
- Okanovic, V., Ivkovic-Kihic, I., Boskovic, D., Mijatovic, B., Prazina, I., Skaljo, E., & Rizvic, S. (2022). Interaction in extended reality applications for cultural heritage. Applied Sciences, 12(3), 1241.
- Schleifer, H., Lindemann, M., Wolters, W., Ihde, K. (2017). Kloster Hude: Modellierung mit Context Capture. Projekt Visualisierung. Jade Hochschule Oldenburg
- Sello, G. (1843). Das Cisterzienserkloster Hude bei Oldenburg. Großherzogl. Archivrat, 1843.
- Zhou, Y., Chen, J., & Wang, M. (2022). A meta-analytic review on incorporating virtual and augmented reality in museum learning. Educational Research Review, 36, 100454.

Anhang



Abb 1 Benutzeroberfläche zum Hudermoor.

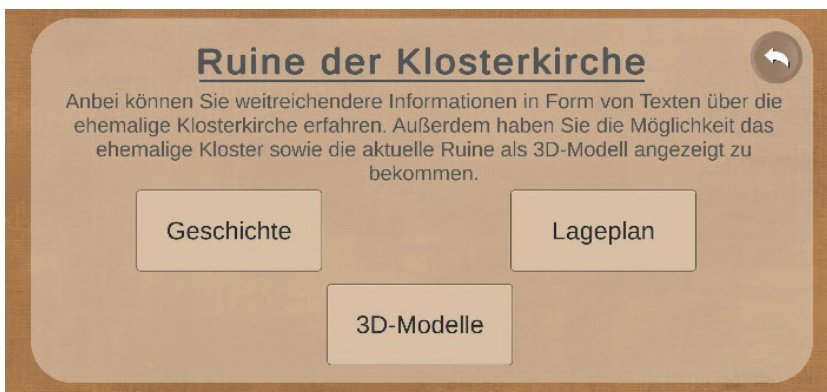


Abb 2 Benutzeroberfläche zur Ruine der Klosterkirche.

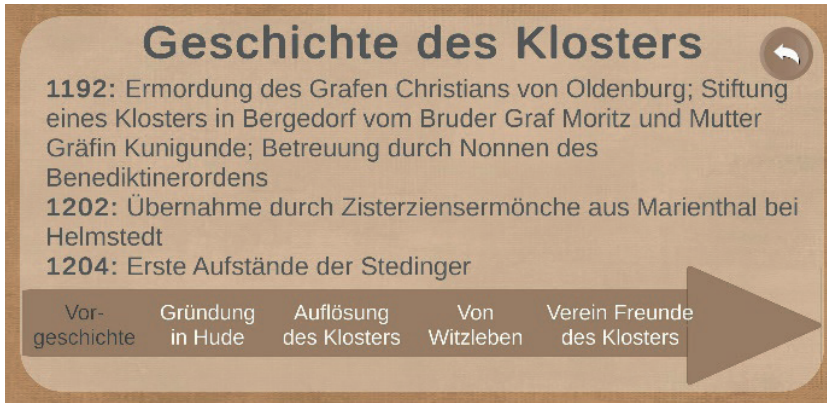


Abb 3 Benutzeroberfläche der Geschichte von der Klosterkirche.



Abb 4 Benutzeroberfläche des Lageplans der Klosterkirche.