

Fellowship für Innovationen in der Hochschullehre 2018

Augmented-Reality Campus

Prof. Dr. Martin Eisemann



» Meine persönliche Motivation für die Bewerbung um ein Fellowship

Seit nunmehr März 2015 bin ich als Professor für Informatik und Computergrafik an der TH Köln angestellt. Zuvor war ich als Akademischer Rat an der TU Braunschweig, wo ich auch promovierte, und als Visiting Researcher unter anderem an der TU Delft beschäftigt. Dadurch bewegte ich mich stets im Spannungsfeld zwischen Forschung auf höchstem Niveau und Lehre. Meine Erfahrung zeigte mir jedoch, dass viele Professoren an den Universitäten Lehre als notwendiges Übel empfanden, die sie von ihrer Forschung abhielt. Dieses Bild eines „klassischen“ Professors war mir jedoch zuwider, da ich es als Vergeudung kreativster Ressourcen bei den jungen Leute ansah. Gerade diese Kreativität und den unbefangenen Blick gilt es für mich zu fordern und zu fördern, da dies ein Grundbaustein auch erfolgreichen Forschens darstellt. Diese Erfahrung prägte mich derart, dass ich mich für einen Beruf an einer Fachhochschule (jetzt Technische Hochschule) entschied. Die anfängliche Lehrbelastung und Einarbeitung in die Hochschulstrukturen machte es allerdings schwer geeignete Konzepte für forschendes Lernen umzusetzen. Mittels eines Fellowships für Innovationen wäre mir die Möglichkeit gegeben dies nun gezielt und effektiv in Angriff zu nehmen. Ziel der geplanten Lehrinnovation ist es die neuen Möglichkeiten von Augmented und Virtual Reality (AR und VR) in die Lehre einzubinden auf allen Ebenen. Frühzeitig möchten wir die Studierenden mit den Techniken in Kontakt bringen, um Ihren Lernerfolg zu steigern, durch höhere Motivation und besseres Lernmaterial. Wenn das Interesse geweckt wurde, werden Sie in späteren Semestern in Projekten und projektbasierter Lehre die

Möglichkeit haben sich mit der Anwendungsentwicklung für diesen Bereich vertraut zu machen. Dies befähigt sie direkt effektiv die neue Industrie mitzugestalten und erhöht ihre Attraktivität auf dem Arbeitsmarkt. In einem letzten Schritt werden die Studierenden befähigt durch forschendes Lernen diese jungen Technologien aktiv weiterzuentwickeln und mitzugestalten. Dieser Dreiklang (Nutzung-Entwicklung-Erforschung) soll die Studierenden bestmöglich auf das spätere Arbeitsleben in diesem immer wichtiger werdenden Segment vorbereiten und beste Chancen auf dem Arbeitsmarkt geben. Dadurch können sie aktiv ihre zukünftigen Unternehmen stärken und neue innovative Technologien der Zukunft schaffen.

Zeitlich sehr passend wird zudem gerade eine neue Bibliothek auf unserem Campus errichtet. Die Leitung plant eine Bibliothek neuer Schule zu entwickeln, die genau auf solche Projekte, wie die von uns geplanten AR und VR Projekte abzielt. Eine aktive und federführende Mitarbeit unsererseits ist bereits abgesprochen. Dadurch möchte ich den Studierenden gleich die Möglichkeit eröffnen in realen Projekten mitzuarbeiten und ihren Campus aktiv mitzugestalten.

Dieses Fellowship würde mir somit die Möglichkeit geben den oft vorhandenen Zwiespalt zwischen Lehre und Forschung für mich weiter zu schließen.

Kurzer Abriss des Lebenslaufs, bin jetzt seit 4 Jahren Prof, jetzt eingelebt und Zeit für Veränderungen. Erfahrung: Die Technik-Affinität der Studierenden ist sehr unterschiedlich, dabei spielt sie in den meisten Industriezweigen eine immer größere Rolle – nicht nur bei Industrie 4.0, wo man es erwarten würde.

Ich will daran was ändern, mein Wunschziel: Die Studierenden bestmöglich auf das spätere Arbeitsleben vorzubereiten, damit sie gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt haben. Und gleichzeitig die Unternehmen stärken, neue innovative Technologien der Zukunft zu schaffen.

Durch die Bewerbung um ein Fellowship verspreche ich mir zudem den anregenden Austausch mit anderen Fellows. Lehrbeauftragte aus anderen Themengebieten haben oftmals eine andere Sicht der Dinge – oder vielleicht ähnliche Erfahrungen gemacht wie ich. Nur durch den überfachlichen Austausch lässt sich der eigene Horizont erweitern und neue Ansätze entdecken, von denen letztlich alle profitieren.

Gleichzeitig erhoffe ich mir jedoch auch die Möglichkeit, die eigene Erfahrungen sowie die in diesem Projekt erzielten Ergebnisse mit Kollegen aus gleichen und anderen Fachbereichen teilen zu können, um mit diesem kleinen Beitrag die Hochschullehre im Allgemeinen kontinuierlich zu verbessern.

» Technische Beschreibung der geplanten Lehrinnovation

Das Konzept des Augmented Reality Campus (AR-Campus) basiert auf der Idee, in verschiedenen Pilotprojekten Aspekte der Augmented-Reality Technologie in den Lehralltag zu integrieren. Hierdurch eröffnen sich komplett neue didaktische Möglichkeiten, die es den Studierenden erlauben, sich die Kursinhalte noch individualisierter zu erarbeiten.

Unter dem Begriff *Augmented Reality* wird dabei die Überlagerung der realen Welt durch virtuelle Inhalte verstanden (anders als die sog. *Virtual Reality*, bei der die visuelle Wahrnehmung des Benutzers vollständig künstlich generiert wird). Technologisch lässt sich dies beispielsweise durch Anpassung eines Kamerabildes erreichen und kann heutzutage auf jedem neueren handelsüblichen Smartphone umgesetzt werden: Die Kamera des Smartphones filmt die reale Umgebung und überträgt die Daten an das Display. Das Handy erkennt dabei automatisch fest definierte Objekte in der Szenerie und überlagert das angezeigte Kamerabild mit virtuellen Inhalten. Im rechts zu sehenden Beispiel wird die Verkettung von Wasserstoff- und Sauerstoffatomen zu einem H_2O -Molekül graphisch im Kamerabild dargestellt, nachdem die H- und OH-Karten im Bild detektiert wurden¹.

Alternativ zur Anzeige auf einem Smartphone oder Tablet lassen sich derartige Anwendungen auch auf AR-Brillen realisieren. Hier werden die gewünschten virtuellen Inhalte auf einem semi-transparenten Display direkt vor den Augen des Benutzers angezeigt und so wiederum eine Überlagerung der Realität erzielt.

Durch das oben gezeigte Beispiel wird schnell klar, dass AR-Animationen das Potential besitzen, Lernenden zusätzliche visuelle Informationen darzustellen, die das Verständnis eines beliebigen Sachverhaltes enorm steigern können (neben statischen Bildern können hier natürlich auch ganze Animationen oder Videos dargestellt werden). Leider wird diese Technologie in der Lehre bis jetzt jedoch nur selten eingesetzt. Es fehlt sowohl an der technischen Umsetzung als auch an praktischen Erfahrungswerten im richtigen Umgang. In anderen Bereichen dagegen erfreut sich Augmented Reality bereits wachsender Beliebtheit: so lassen sich Kleidungsstücke im Spiegel vor dem Kauf bereits digital anprobieren, Möbel in der Wohnung platzieren oder ganze Innenausstattungen planen. Die ersten Spiele basieren auf einem AR-Erlebnis (spätestens bekannt durch Pokémon Go²) genauso wie erste Shopping-Hilfen und Navigationssysteme³.

Um die benötigte Infrastruktur für den Einsatz von AR-Applikationen im Lehrkontext zu schaffen, habe ich daher November letzten Jahres das Projekt AR-Campus gestartet. Es sollen dabei verschiedene Ansätze umgesetzt und getestet werden, wie AR-Applikationen in die Hochschullehre integriert werden können. Eine grobe inhaltliche Themenvorgabe ist dabei in der untenstehenden Roadmap skizziert, die Umsetzung und Implementierung wird jedoch im Rahmen von betreuten studentischen Projekten und Abschlussarbeiten durchgeführt.

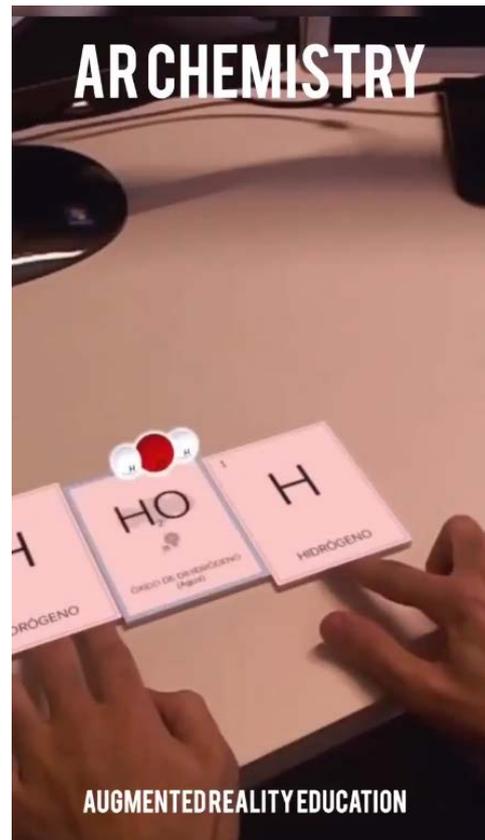


Abbildung 1: Beispiel einer AR-Anwendung im Lehrkontext

¹ Quelle: Screenshot aus https://twitter.com/ajitjohnson_n/status/1012615718381203456?s=12

² Quelle: <https://www.pokemongo.com/de-de>

³ Quelle: <https://itunes.apple.com/de/app/arcity-ar-navigation/id1282527727?mt=8>

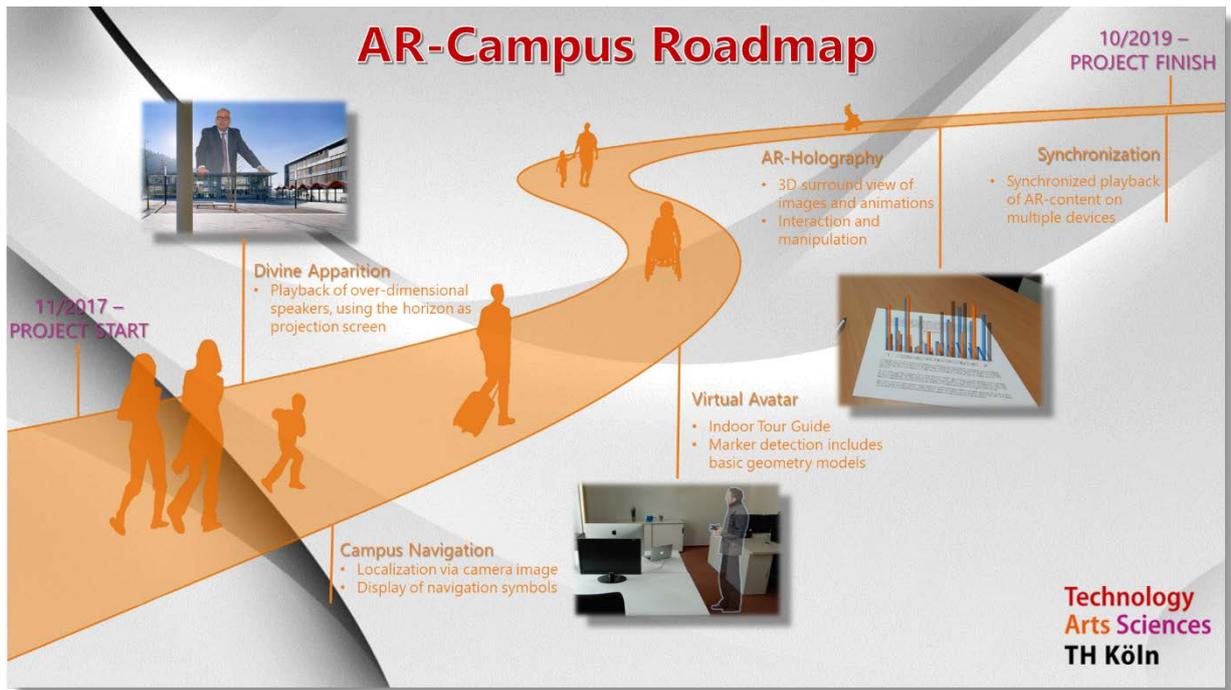


Abbildung 2: Zeit- und Projektplanung des AR-Campus

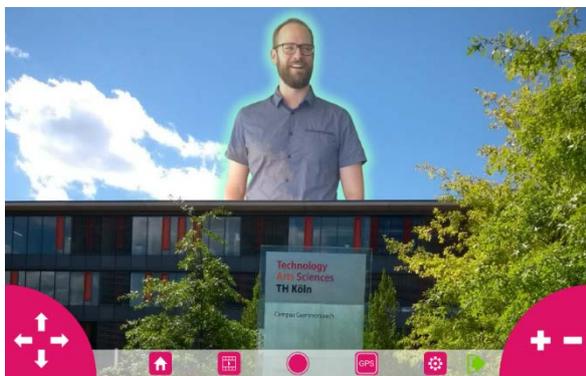


Abbildung 3: Erste Umsetzung der Divine Apparition

Das erste Projekt des AR-Campus, **Divine Apparition**, hat als Zielsetzung, eine beliebig groß skalierbare Figur auf einen frei wählbaren Hintergrund (beispielsweise den Horizont) zu projizieren. Hierfür müssen im Vorfeld Aufnahmen der gewünschten Projektionsfläche gemacht werden, um diese später im Kamerabild identifizieren zu können. Videos, im besten Fall aufgenommen vor einem Green Screen, können dann automatisiert abgespielt werden.

Im Lehrkontext soll diese Smartphone App dazu genutzt werden können, Videos inklusive Audiospur von Vorlesungen oder eLearning-Kursen bereit zu stellen. Ein Gruppenverwaltungssystem sorgt hierbei dafür, dass den Studierenden nur jeweils für sie relevantes Material zur Verfügung gestellt wird. Dies ermöglicht die Erprobung neuer noch nicht existierender Lehrkonzepte, die die Studierenden weg von der passiven Informationsaufnahme im Hörsaal hin zum aktivem Erlernen und erfahren des Stoffes führt. Bspw. kann so leicht eine Aktivierung der Studierenden erreicht, sowie die Flexibilität im Lernen erhöht werden.

Die **Campus Navigation** soll, wie der Name schon impliziert, ein rudimentäres Navigationssystem darstellen, welches sich vor allem an eine Orientierung auf dem Campus Gummersbach richtet. In diesem Projekt können Studierende die „klassische“ Anwendung von und den Umgang mit Augmented Reality erlernen.

Die system-interne Orientierung basiert dabei wieder auf Kamerabildern (vor allem der Türschilder), eine hinterlegte Karte erlaubt eine möglichst exakte Navigation über den kompletten Campus. Die Richtungsangaben werden dabei direkt in das Kamerabild eingeblendet.

Diese ersten beiden Applikationen wurden prototypisch bereits im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten umgesetzt, eine Evaluation zur technischen Robustheit sowie Benutzerfreundlichkeit steht jedoch noch aus.

Nun lässt sich sicherlich argumentieren, dass diese ersten beiden Anwendungsszenarien für AR-Applikationen ebenso gut auf konventionellem Weg umsetzbar wären. Der Fokus liegt hier jedoch auf einem anderen Vorteil: Durch die spätere Benutzung der Apps im Lehralltag (beispielsweise weil zusätzliches Vorlesungsmaterial als Screencast zur Verfügung gestellt wurde) werden die Studierenden automatisch versiert im Umgang mit AR-Anwendungen und deren technischen Limitationen - eine wichtige Voraussetzung für die folgenden geplanten Projektschritte.

Der **Virtual Avatar** ist das erste Anwendungsszenario, welches ohne Augmented Reality nicht umsetzbar wäre: ähnlich eines Reiseführers soll der Avatar an bestimmten Orten gerufen werden können, um die Benutzer mit zusätzlichen Informationen zu versorgen. Dabei kann es sich beispielsweise um virtuell geführte Rundgänge durch Räume oder ganze Gebäude handeln, oder um eine Einführung in die Benutzung komplexer Maschinen – um nur zwei mögliche Szenarien zu nennen.



Abbildung 5: Benutzerhinweise im AR-Bild



Abbildung 4: Umsetzung der Campus Navigation

Der große Vorteil jeweils besteht darin, dass der Avatar sich direkt auf die (möglicherweise auch veränderbare) Umgebung beziehen und so situationsbedingt reagieren kann, was in einem reinen Video nur schwer möglich wäre. Neben der Projektion eines menschlichen Avatars lässt sich das AR-Bild auch um abstrakt gehaltene Informationen anreichern, wie Benutzungshinweise oder Warnungen (wie in der linken Abbildung exemplarisch gezeigt⁴).

⁴ Quelle: <https://www.wcg.de/blog/detail/augmented-reality-die-zukunft-des-b2b-marketing>

Die Grundidee der **AR-Holographie** ist die Darstellung von dreidimensionalen Bildern, Diagrammen oder Animationen basierend auf Texten, Büchern oder Skripten, ähnlich des in *Abbildung 1* gezeigten Beispiels. Gemünzt auf den Informatik-Kontext könnte das beispielsweise bedeuten, dass ein im Vorlesungsskript erklärter Algorithmus im AR-Bild durch eine Animation zusätzlich veranschaulicht wird. Eine Turingmaschine erwacht zum Leben und animiert die einzelnen Berechnungsschritte, ein Sortieralgorithmus wird schnell anschaulicher, wenn man ihn in Aktion erlebt.

Ein großer Mehrwert gegenüber normalen Videos liegt hierbei nicht nur in der dreidimensionalen Visualisierung und der direkten Verortung im Skript, sondern auch in der möglichen Interaktion des Benutzers mit der Animation. So wäre es denkbar, nicht nur einzelne Animationsschritte auf Wunsch zu überspringen oder zu wiederholen, sondern beispielsweise auch die Eingabewerte zu ändern und den Einfluss auf den Programmablauf zu erleben. Wichtig hierbei ist, dass das reale Lehrmaterial nicht mit speziellen Markern versehen werden muss, sondern dass das zu entwickelnde System in der Lage ist, beliebiges Lehrmaterial mit virtuellen Inhalten anzureichern.

Im letzten geplanten Projektschritt soll eine stabile **Synchronisation** mehrerer AR-Devices erreicht werden. So sollen Studierende später nicht nur in der Lage sein, selbst beliebige AR-Bilder, Animationen, Diagramme etc. anzuzeigen und mit ihnen interagieren zu können, sondern dies auch gemeinsam in einer Gruppe erleben können, jeder mit dem eigenen AR-Anzeigemedium (AR-Brillen würden sich an dieser Stelle etwas besser eignen). Hierfür könnten die Anwender sogar räumlich getrennt sein, und könnten sich, ähnlich eines Anrufes, beliebig kontaktieren, um über Themen zu sprechen, eigene Ideen zu visualisieren und miteinander an neuen Lösungen zu arbeiten.

Zum jetzigen Zeitpunkt konnten durch studentische Arbeiten bereits Prototypen zu den ersten beiden Ansätzen entstehen. Geplant ist, bis zum 01.01.2019 auch die wesentlichen Grundlagen für den virtual Avatar bereitgestellt zu haben, sodass dieser zeitnah im Lehrkontext getestet werden kann.

» Beweggründe für die geplante Lehrinnovation sowie zentrale Problemstellung

Algorithmen und Aspekte der (Medien-)Informatik sind teils sehr abstrakt und für Studierende nur schwer zugänglich. Wurden einzelne Inhalte in der Vorlesung nicht verstanden, sind die Studierenden auf zusätzliche Informationsquellen angewiesen. Klassische Literaturquellen sind hierbei oft bedingt hilfreich, werden immer seltener akzeptiert und sind nicht mehr zeitgenössisch. Bei einem sich so rasant weiterentwickelnden Themengebiet wie der Informatik sind viele Quellen nicht mehr aktuell, und scheitern zudem oft daran, auf verständliche Weise dynamische Sachverhalte (wie beispielsweise beim Rendern oder Bearbeiten von Videos) statisch zu erklären. Reine Lehrvideos hingegen lassen jegliche Form von eigenem Engagement und Interaktivität vermissen und berieseln die Nutzer dagegen lediglich mit Informationen. Zudem sind fachspezifische Videos oft nur für spezielle Teilaspekte der Lehrthematik verfügbar.

Wie eingangs erwähnt, setzen heutzutage immer mehr Unternehmen auf moderne Technologien wie der Augmented Reality. Dazu gehören im Rahmen der Industrie 4.0 sicherlich viele Vertreter der klassischen produktionsorientierten Industrie (wie mit AR-Brillen ausgestattete Arbeiter in Produktionshallen), aber auch andere Bereiche wie der Medizin (beispielsweise als Unterstützung bei Operationen), Online-Versandhändler und viele mehr. Um nach erfolgreich abgeschlossenem Studium

in solchen Unternehmen nicht nur mitzuarbeiten, sondern führend neue technologische Innovationen zu nutzen oder sogar selbst zu entwickeln, ist es von unschätzbarem Wert, möglichst früh Berührungspunkte zu neuen, eventuell noch unbekanntem, Technologien zu reduzieren. Die Integration von AR-unterstützten Lehreinheiten bringt als Beiwerk den großen Nutzen mit sich, Studierende aller Erfahrungsstufen im Umgang mit neu aufstrebenden Innovationen zu schulen und deren Vorteile sowie Limitationen zu bewerten. Diese Fähigkeit, übertragen auf alle zukünftigen technologischen Neuerungen der nächsten Generationen, wird für unsere Studierenden in ihrem Arbeitsleben eine entscheidende Rolle spielen.

» Ziele der geplanten Lehrinnovation

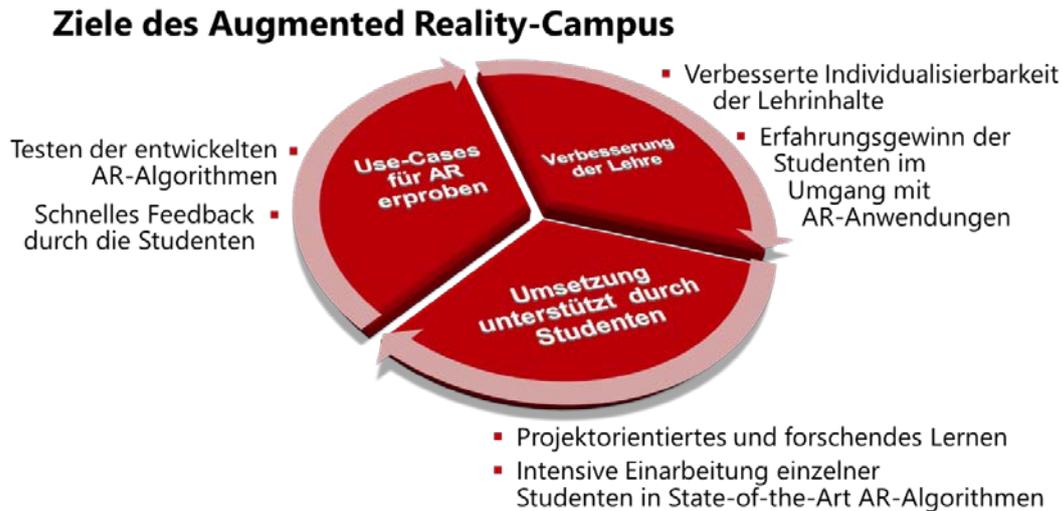
Im Rahmen des AR-Campus möchte ich im ersten Schritt (Nutzung) ein neues Instrument entwickeln und erproben, welches durch neuartige, interaktive Visualisierungsmöglichkeiten themenabhängig adäquate Unterstützung des Lernerfolges liefert. Ähnlich klassischer eLearning-Methoden können sich die Studierenden zu jeder Zeit individuell den Grad der Unterstützung durch das entwickelte System auswählen und ihr eigenes Lerntempo bestimmen.

Hierzu werden die oben beschriebenen AR-Technologien im zweiten und dritten Schritt (Entwicklung und Erforschung) weiterentwickelt und in einer ausgewählten Lehreinheit zum Einsatz gebracht. Diese Weiterentwicklung soll soweit möglich zwar von mir und meinen Mitarbeitern angeleitet werden, die eigentliche Entwicklungs- und Implementierungsarbeit wird jedoch im Rahmen von Abschlussarbeiten als projektorientiertes und forschendes Lernen der Studierenden erfolgen.

Das so entwickelte AR-Framework wird iterativ durch Studierende der Lehrveranstaltung evaluiert werden, um sowohl technische als auch benutzer-zentrierte Schwachstellen zu ermitteln. Auf diese Weise werden schnelle Feedback-Schleifen ermöglicht und eine maximale Einsatztauglichkeit der Software realisiert.

Parallel zu dem geplanten Einsatz in der klassischen Lehre hat sich die Möglichkeit ergeben, im Laufe des kommenden Jahres zwei Bibliotheksräume mit AR- und VR-Technologie auszustatten und als Lernplattform den Studierenden zur Verfügung zu stellen. Hier sollen zukünftig projektbasiert neue AR-Konzepte umgesetzt und evaluiert werden können. Denkbar wäre an dieser Stelle auch eine Erweiterung des bisherigen Nutzungskonzeptes um Inhalte aus dem Virtual Reality-Bereich, was durch eine höhere Immersion noch weitere Anwendungsmöglichkeiten schaffen könnte.

Im Allgemeinen lassen sich die verfolgten Ziele daher in drei Bereiche unterteilen, wie hier dargestellt:



Speziell bedeutet dies für die Planung in 2019: Die von mir geplanten Arbeiten lassen sich inhaltlich in mehrere Schritte einteilen.

1. Die Entwicklung der benötigten AR-Technologien und Programme ist noch nicht abgeschlossen und muss weiter vorangetrieben werden. In den ersten Monaten wird vor allem der Ansatz des virtuellen Avatares vervollständigt und technisch evaluiert. Auch die Verbesserung der visuellen Qualität oder der Benutzbarkeit wird im späteren Verlauf des Jahres weiterhin verfolgt. So soll Ende des 1. Quartals ein robuster und voll einsatzfähiger Prototyp entstanden sein.
2. Im Sommersemester 2019 ist eine Integration des Virtual Avatars in eine Lehrveranstaltung geplant, um so eine erste Einschätzung der Nutzbarkeit, der Studentenakzeptanz sowie des Einflusses auf den Lehrerfolg zu erhalten. Hierzu müssen genaue Konzepte für den Vorlesungsablauf entworfen sowie die zusätzlichen virtuellen Lehrinhalte generiert werden.
3. Parallel soll in der zweiten Jahreshälfte die Entwicklung im Projekt AR-Holographie starten. Wie den Abbildungen zu entnehmen war, gibt es hier bereits einige vielversprechende Prototypen, es muss jedoch überprüft werden, in wieweit diese frei verfügbar und auf unseren Hochschulkontext übertragbar sind. Die aktuelle Zeitplanung sieht vor, dass bis Ende 2019 auch hier ein erster einsetzbarer Prototyp vorliegt.

Das zeitliche Zusammenspiel der Arbeitspakete ist im *Arbeitsplan* noch genauer spezifiziert.

» Integration des AR-Campus in den Vorlesungsalltag und Evaluierung des Lehrerfolges

Sind die technischen Voraussetzungen erfüllt, soll im Sommersemester 2019 eine erste Vorlesung durch AR-Inhalte ergänzt und unterstützt werden. Die Vorlesung „3D-Modellieren, -Scannen und -Drucken“ richtet sich an Studierende der Medien-Informatik im Bachelor und ist ein Wahlpflichtfach.

Hier lernen die KursteilnehmerInnen neben den theoretischen Grundlagen auch den praktischen Umgang mit Scan- und Druckhardware, womit dieser Kurs prädestiniert ist für den erstmaligen Einsatz des Virtuellen Avatars.

Im Rahmen einer Projektarbeit dieser Vorlesung müssen die Studierenden selbst erste Erfahrungen im technischen Umgang mit 3D-Druckern und -Scannern sammeln. Hierbei sollen sie auf Wunsch virtuell unterstützt werden, durch visuelle Benutzungshinweise, Tutorien, Anwendungstipps, etc.

Diese virtuellen projektbezogenen Zusatzinformationen müssen im Vorfeld natürlich erst noch generiert werden. Auch hierbei handelt es sich um ein Novum und es wird sich zeigen, ob der benötigte Zeitaufwand zur Aufnahme und Bearbeitung der Inhalte den späteren Nutzen übersteigt bzw. in welchen Rahmen der Einsatz von AR-Inhalten praktikabel erscheint.

Evaluation

Wichtig für den Verlauf der Lehrveranstaltung ist, dass die Studierenden mit der neuen AR-Unterstützung nicht alleine gelassen werden, sondern ein ständiger Kontakt zu einer Betreuungsperson besteht. Nur so ist ein schnelles Feedback der Studierenden während der Projektarbeit zu gewährleisten und es können aus erster Hand Erfahrungen im Umgang mit der Technologie gesammelt werden.

Nach Ablauf des Semesters sind subjektive Nutzerumfragen geplant, um neben anwendungsbezogenem Feedback auch Daten zur Nutzungshäufigkeit oder subjektiven Lerneffizienz gegenüber konventionellen Methoden zu erheben.

Da vergleichbare Inhalte in diesem Kurs auch in den letzten Semestern bearbeitet wurden, bietet sich zudem ein objektiver Vergleich der erreichten Kursziele an - konnte eine Leistungssteigerung der Studierenden erreicht werden? In Kombination mit den subjektiven Erfahrungen während des Semesters und der Nutzerumfrage kann so ein valides Gesamtbild der Akzeptanz sowie der Effizienz der Lehrinnovation erzeugt werden.

» Hochschulweite Vernetzung

Die Outcomes der geplanten Lehrinnovation sind Systeme, die wir sukzessiv allen Dozenten zur Verfügung stellen werden. An der TH Köln haben wir mit dem Zentrum für Lehrentwicklung (Ansprechpartner Frau Susanne Gläser) kompetente Unterstützung aus didaktischer Richtung. Die geplante Lehrinnovation kann zudem auf verschiedensten Foren innerhalb der TH vorgestellt werden, bspw. beim regelmäßig stattfindenden eLearning-Frühstück, oder dem ebenfalls regelmäßig veranstalteten Kollegialem Erfahrungsaustausch.

Natürlich würden wir auch versuchen den alljährlich vergebenen Lehrpreis der TH Köln zu erwerben und so noch weiteren Lehrenden und Mitarbeitern unser System vorstellen.