Hans Pongratz, Reinhard Keil (Hrsg.): Die 13. E-Learning Fachtagung Informatik,
Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2015 241

Die Erweiterung von Lernräumen durch Augmented Reality am Beispiel des Social Augmented Learning

Christian Dominic Fehling[1] und Thomas Hagenhofer[2]

Abstract: Das Projekt *Social Augmented Learning* (www.social-augmented-learning.de) wird untersucht, wie mobile Endgeräte, Augmented Reality und die Kommunikation über soziale Netzwerke in der beruflichen Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden können. Der Projektansatz wird im Rahmen des Berufsfeldes „Medientechnologe Druck" erprobt, evaluiert und zu einer in neue Branchen und Settings übertragbaren Lösung ausgebaut. Der vorliegende Beitrag gibt einen Einblick in das Design und die Implementation der im Projekt entwickelten Lehr- und Lernanwendung, fasst erste gesammelte Erfahrungen zusammen und zeigt das Potenzial digital erweiterter Lernräume auf.

Keywords: Augmented Reality, Mobile Learning, Social Learning

1 Lehren und Lernen mit Augmented Reality

Im 2013 initiierten Forschungs- und Entwicklungsprojekt *Social Augmented Learning* werden interdisziplinär Ansätze aus den Bereichen des Social, Mobile und Augmented Learning zu neuen technologiegestützten Lehr- und Lernformen zusammengefasst. Im Berufsfeld der Medientechnologen und Medientechnologinnen Druck werden zu diesem Zweck, mittels einer im Projekt entwickelten Autorenumgebung, Inhalte für die erweiterte Realität didaktisch und technisch aufbereitet, aggregiert und in Form von Lernmodulen veröffentlicht. Die im Projekt entwickelte Anwendung ermöglicht es Lernenden selbstgesteuert, in Gruppen oder in tutoriell begleiteten Settings reale Maschinen um digitale Inhalte zu erweitern und so auf neue Art und Weise zu lernen.

Diese Erweiterung der Realität (Augmented Reality) lässt sich nach Azuma [Az01] als passgenaue Kombination virtueller und realer Objekte in realen Umgebungen beschreiben, bei der Nutzer in Echtzeit mit den digitalen Inhalten interagieren können. In Milgrams [Mi94] Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum kann sie, dieser Definition folgend, eindeutig verortet werden. Die im Projekt *Social Augmented Learning* entwickelte Lehr- und Lernanwendung beinhaltet eine Augmented Reality Komponente, mit der ansonsten verborgene Abläufe im Inneren von Maschinen visualisiert werden können. Dieser Augmented Reality Einsatz, verbunden mit interaktiven Übungen, unterstützt Lernende bei der Ausprägung von arbeitsprozessnahen Handlungskompetenzen unterstützt.

[1] Bergische Universität Wuppertal, Institut SIKoM, Rainer-Gruenter-Str. 21, 42119 Wuppertal, fehling@uni-wuppertal.de
[2] Zentral-Fachausschuss Berufsbildung Druck und Medien, Wilhelmshöher Allee 260, 34131 Kassel, hagenhofer@zfamedien.de

Das Lernen in erweiterten Lernräumen stellt einen zentralen Aspekt des Projektes *Social Augmented Learning* dar. Darüber hinaus eröffnet die entwickelte Anwendung aber auch neue Möglichkeiten des selbstgesteuerten, lernortunabhängigen Lernens an 3D-Modellen und der technologiegestützten Kollaboration von Lernenden.

Was sich hinter dem kompositorischen Begriff *Social Augmented Learning* verbirgt und welche Faktoren bei der Entwicklung der Lehr- und Lernanwendung ein Rolle gespielt haben wird anhand der folgenden Klassifizierung dargestellt:

- *Augmented Reality und 3D-Visualisierung*

  Die im Berufsfeld der Medientechnologen anzutreffenden Maschinen sind in der Regel für Auszubildende nicht frei zugänglich. Kosten- und Risikoaspekte verhindern, dass reine Lernaktivitäten an den Maschinen durchgeführt werden können. Aus diesem Grund soll mittels der Augmented Reality, basierend auf CAD-Daten des Maschinenherstellers, eine Lösung geschaffen werden mit der 3D-Modelle des Maschineninneren zur dynamischen und interaktiven Prozessvisualisierung eingesetzt werden können. Ein virtuelles Fenster soll hierbei den Blick auf ansonsten verborgene Abläufe freigeben und durch die direkte Verknüpfung von Realität und Virtualität einen hohen Authentizitätsgrad erreichen.

- *Kollaboratives Lernen in sozialen Netzwerken*

  Die mittels Augmented Reality erweiterten Lernräume sollen darüber hinaus Grenzen überwinden. So sollen nicht nur Lernorte verknüpft, sondern auch Lernende in der erweiterten Realität kollaborieren können, um gemeinsam Aufgabenstellungen zu bearbeiten. Die Mobilität der Anwendung soll sicherstellen, dass Lernende unabhängig des Lernortes – und damit auch ein stückweit unabhängig von den realen, vor Ort verfügbaren Maschinen – lernen können.

- *Rahmenbedingungen und Position zur Lerntheorie*

  Die im Projekt entwickelte Anwendung soll dazu beitragen, eine neue Form des Lehrens und Lernens zu ermöglichen. Digitale Medien sollen hierbei richtungsweisend in Bildungskontexten eingesetzt werden. Um dieses Vorhaben zu erreichen wird im Projekt in multiplen Erprobungsrunden Feedback aus Ausbildungsbetrieben und Berufsschulen eingeholt. Unabdingbar ist hier nicht nur die direkte Nähe zur Praxis, sondern auch die Relevanz der umgesetzten Lerninhalte und der angewendeten didaktischen Methoden. Der didaktische und lerntheoretische Hintergrund, auf den sich die im Projekt entwickelte Anwendung stützt, bezieht sich in vielen Teilen auf die Erkenntnisse des Konstruktivismus und das Lernmodell des Konnektivismus. Im Fokus stehen daher nicht nur individuelle, konstruktive Prozesse des Wissenserwerbs, sondern auch der Bildung und Pflege von Wissensnetzwerken. Um das im Projekt gewählte Vorgehen in diesem Kontext näher zu beschreiben wird im Folgenden eine allgemeine Positionierung zu den lerntheoretischen Facetten des Social Learning, Mobile Learning und Augmented Learning dargestellt.

1.1 Mobile Learning

Mobile Learning kann sowohl technik- als auch nutzerzentriert definiert werden [KP07][SCW02]. Im *Social Augmented Learning* wird Mobile Learning als wesentliches Element eines situierten und lebenslangen Lernens gesehen, das sowohl auf der (durch mobile Geräte ermöglichten) ubiquitären Verfügbarkeit des Internets als auch auf der Flexibilität und Lernortunabhängigkeit des Lernenden basiert. Mobile Geräte sind in der relevanten Zielgruppe der Auszubildenden zwar schon stark verbreitet [Bi14], im Bildungskontext kommen sie aber meist nur selten zum Einsatz. Eines der Ziele des Projektes *Social Augmented Learning* ist es, sowohl mobile Geräte wie Smartphones und Tablets in geführten Lernaktivitäten in der Berufsschule zu etablieren, als auch zusätzliche Kommunikations- und somit auch Lernarrangements außerhalb der formalen Bildung zu ermöglichen.

1.2 Social Learning

Social Learning wird im Projekt nicht nur als Form der individuellen Lernorganisation, sondern auch der sozio-kollaborativen Lernaktivitäten verstanden. Angelehnt an die Lerntheorien des Konstruktivismus und Konnektivismus lässt sich dieser Aspekt beim Lernen in erweiterten Lernräumen und arbeitsprozessnahen Szenarios erkennen, bei denen Lernende problemlösungsorientiert in multiplen Kontexten und unterschiedliche Perspektiven einnehmend gemeinsam aktiv und selbstgesteuert lernen [RM06]. So spielen vor allem die interpersonellen Aktivitäten in (spontan gebildeten) Lerngruppen und Netzwerken eine wichtige Rolle [Si05], bei denen die Rolle des Lehrenden mehr und mehr der eines tutoriellen Begleiters ähnelt. Social Learning kann zudem ergänzend zu bestehenden Blended-Learning-Ansätzen verstanden werden, bei denen bestehende Lernumgebungen um soziale Funktionen erweitert werden. Social Learning kann in diesem Kontext in einer Interimsposition auf dem Weg zu einer ganzheitlichen und kollaborativen Arbeits- und Lernumwelt gesehen werden, in der Lernen und Arbeiten gleichbedeutende Aspekte einer individuellen, lebenslangen Kompetenzentwicklung darstellen [HC11].

1.3 Augmented Learning

Augmented Learning kann an der Schnittstelle zwischen mobilen und sozialen Lernprozessen verortet werden. Die Erweiterung bestehender Lernräume um digitale Inhalte im Kontext einer Augmented Reality hilft, die konkreten technischen Sachverhalte zu visualisieren und ermöglicht praxis- und arbeitsprozessnahe Lernaktivitäten. Im Projekt trägt dieser Ansatz ganz wesentlich dazu bei, vorhandenes theoretisches Fachwissen mit der Vermittlung praktischer Handlungskompetenzen zu verknüpfen. Nicht zuletzt soll durch diese Erweiterung der Lernräume mittels Augmented Reality eine Verknüpfung von Realität und Virtualität erreicht und ein hoher Authentizitätsgrad der zu vermittelnden Inhalte sichergestellt werden.

2 Design und Implementierung einer Anwendung zur Erweiterung vorhandener Lernräume

Die geschilderte Positionierung zu lerntheoretischen und didaktischen Aspekten dient als Basis der Entwicklung einer Anwendung, mit der in einer per Augmented Reality erweiterten Realität gelernt werden kann. Im Projekt *Social Augmented Learning* wurden mit Blick auf die Frage, wie eine sinnvolle Erweiterung bestehender Lernräume technisch realisiert werden kann, mehrere Anforderungen an eine solche Anwendung identifiziert. Diese Anforderungen wurden in Expertengesprächen mit Lehrenden aus betrieblichen und schulischen Ausbildungsstätten konkretisiert.

Authentizität: Die Anwendung muss vorhandene Lernräume authentisch erweitern können. So müssen die in Azumas Definition der Augmented Reality [Az01] genannten technischen Kriterien erfüllt sein. Darüber hinaus sollte die Anwendung berücksichtigen, dass sich die an den Lernorten vorhandenen (Druck-)Maschinen in der Regel voneinander unterscheiden, da unterschiedliche Hersteller, Modelle oder Konfigurationen vorliegen. Um dennoch eine gleichbleibende Qualität und Authentizität der Erweiterung der Realität, auch im Kontext der Gleichberechtigung der Auszubildenden, zu gewährleisten, muss die Anwendung also an den Einzelfall abgestimmt werden oder übergreifend erfüllbare Anforderungen an Lernorte stellen.

Relevanz: Die Implementation digitaler Lehr- und Lernmittel, sei es zur Erweiterung von Lernräumen mittels Augmented Reality oder die schulische Nutzung privater mobiler Endgeräte, muss für alle Beteiligten deutliche Mehrwerte gegenüber konventionellen Formen des Lehrens und Lernens bieten. Auf Inhaltsebene bedingt dies eine hohe Relevanz der zu vermittelnden Fachinhalte und Handlungskompetenzen, die im Kontext der Ausbildung möglichst arbeitsprozessnah zu gestalten sind und sich am Curriculum orientieren sollten.

Usability: Methodisch muss das Lehren und Lernen mit mobilen Endgeräten und in erweiterten Lernräumen sinnvoll in bestehende Lehr- und Lernkonzepte integriert werden können, damit sowohl Lehrende wie auch Lernende effektiv und erfolgreich mit der Anwendung interagieren können.

Modularität: Im Zuge der Dynamik technologischer Innovationen und breit gefächerter Anwendungsfälle, sollte die Anwendung modular aufgebaut sein und Erweiterungen des Funktionsumfangs ermöglichen. Um möglichst frühzeitig einen funktionsfähigen Prototypen für erste Nutzerstudien einsetzen zu können, empfiehlt sich zudem eine iterative Softwareentwicklung.

Freie, erweiterbare Inhalte: Es müssen Methoden gefunden werden, sowohl die Anwendung als auch die darin erstellten Inhalte nachhaltig zu gestalten. Die Wiederverwertbarkeit einmal erstellter Inhalte spielt hierbei, nicht nur mit Blick auf komplexe 3D-Daten, eine zentrale Rolle. Content-Autoren müssen daher in die Lage versetzt werden, Inhalte frei zu gestalten, editieren und veröffentlichen zu können.

In den folgenden Abschnitten wird die im Projekt entwickelte Anwendung, die sich in Autorenumgebung und Lernanwendung teilt, mitsamt Überlegungen zur Usability und intuitiven Inhaltsaufbereitung vorgestellt. Anschließend wird aufgezeigt, wie Inhalte, die mit Hilfe der Autorenumgebung aufbereitet wurden, zur Erweiterung vorhandener Lernräume eingesetzt werden können.

2.1 Aufbau der Anwendung des Social Augmented Learning

Die im Projekt *Social Augmented Learning* entwickelte Anwendung ist modular konzipiert und umgesetzt. Sie setzt sich aus einzelnen Komponenten zusammen, die auf die Zielgruppen der Content-Autoren (*Autorenumgebung*), der Lehrenden (*Präsentationsmodus*) und der Lernenden (*Lernmodus*) zugeschnitten sind. Die Benutzeroberfläche ist entsprechend eines Rechtemanagements auf den jeweiligen Nutzer zugeschnitten: Content-Autoren erhalten somit Werkzeuge zum Erstellen und Veröffentlichen von Inhalten, während Lehrenden Instrumente zur Präsentation und Vernetzung von mehreren Anwendern zur Verfügung stehen. Lernende können, auch ohne vorherige Anmeldung, jederzeit mittels der Anwendung lernen.

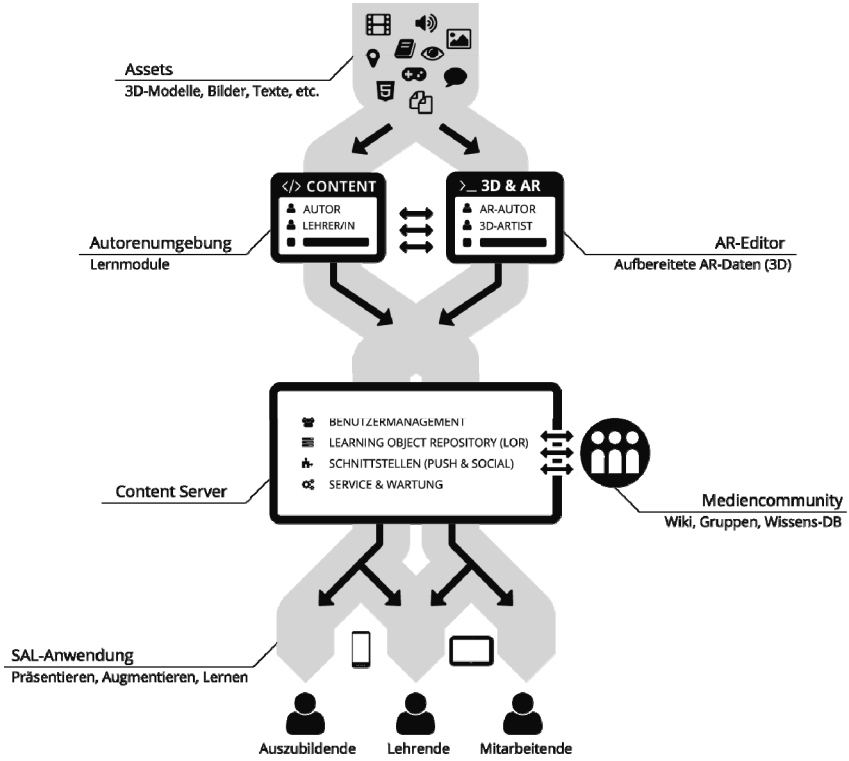

Abb. 1: Workflow-Diagramm mit Autorenumgebung und Lernanwendung

Als Entwicklungsumgebung wurde Unity 3D eingesetzt, das es ermöglicht die Anwendung für einen Großteil der aktuell am Markt befindlichen Geräte bereitzustellen. Zur Realisierung der Augmented Reality wird das Metaio SDK verwendet[3]. Zum Einsatz kommen dabei aktuell Image Tracking sowie Extended Image Tracking – die Erweiterung um CAD-Modell-basiertes Tracking ist geplant.

Die Autorenumgebung wurde mit Fokus auf fachliche Inhalte konzipiert – eine Bearbeitung von 3D-Daten ist explizit nur im reduzierten Umfang vorgesehen und sollte vorab in dedizierter Software erfolgen.

Die Komponenten der Anwendung lassen sich im Prozess der Inhaltserstellung (siehe Abb. 1) wiederfinden. Kleinteilige Inhalte (Texte, Grafiken, 3D-Modelle) werden in der Autorenumgebung zu in sich geschlossenen Lernmodulen zusammengefasst und können auf einem zentralen Server anderen Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Diese greifen über die Lernanwendung (also die Benutzeroberfläche der Lehrenden und Lernenden) auf die Inhalte zu und können diese (ähnlich zum Distributionsprozess digitaler Publikationen) herunterladen.

2.2 Intuitive Inhaltsaufbereitung durch Konsolidierung einzelner Funktionen

Die Erstellung von Inhalten für das Lernen in erweiterten Lernräumen mittels der Autorenumgebung ist auf eine Bedienung mit Tastatur und Maus optimiert, kann aber auch auf mobilen Geräten ausgeführt werden (z. B. um Korrekturen vorzunehmen).

Abb. 2: Screenshot der Autorenumgebung (funktionales, prototypisches UI)

[3] Dieser Beitrag wurde vor der Übernahme der Metaio GmbH durch Apple Inc. verfasst.

Lernmodule dienen als Container für aufbereitete Lerninhalte und sind folienbasiert (ähnlich zu Power Point) strukturiert. Je Lernmodul kann ein 3D-Modell hinterlegt werden, das folienweise um zusätzliche Inhalte (Text, Bild, A/V), aber auch vorgefertigte programmatische Komponenten erweitert werden kann.

Diese Komponenten fassen komplexere informationstechnische Aspekte zu einzelnen Aktionen zusammen, die es Content-Autoren und Lehrenden ermöglichen, direkten Einfluss auf das hinterlegte 3D-Modell zu nehmen – ohne dieses erneut in dedizierter 3D-Software bearbeiten zu müssen oder selbst programmieren zu müssen.

Manipulation des 3D-Modells: Insofern ein 3D-Modell aus separaten Bauelementen besteht (und diese entsprechend auch in einem passenden Dateiformat erhalten bleiben), können diese individuell manipuliert werden. Exemplarisch sei hier das in Abbildung 5 gezeigte Modell angeführt, dessen Walzen individuell ausgewählt werden können. Über Aktionen ermöglicht die Autorenumgebung nun, diese Elemente des 3D-Modells farbig hervorzuheben oder im Kontext der spezifischen Folie des Lernmoduls ein- oder auszublenden. So kann, je nach Bedarf, der Umfang des aktuell eingeblendeten 3D-Modells an die didaktischen und inhaltlichen Anforderungen des Folieninhalts angepasst werden (z. B. zur schrittweisen Erweiterung des 3D-Modells über mehrere Folien).

Animation: Dedizierte 3D-Software ermöglicht nicht nur die Erstellung der benötigten 3D-Modelle, sondern auch die Animation einzelner Bestandteile. Wird in der Autorenumgebung ein 3D-Modell importiert, das verwertbare Animationen enthält, können diese gezielt ausgewählt und gestartet werden, z. B. zur Visualisierung komplexer Prozesse oder interdependenter Abläufe mehrerer Maschinenelemente.

Manuelle Animation: Darüber hinaus kann ein in der Autorenumgebung hinterlegtes 3D-Modell vom Content-Autoren direkt animiert werden – in diesem Fall ist die Animation aber auf grundlegende Animationsarten (Rotation um eine feste Achse, Translation entlang einer Geraden) beschränkt. In dem in Abbildung 5 gezeigten Beispiel ist es z. B. möglich Walzen gezielt zu animieren, auch wenn zuvor keine vorgefertigte Animation in einer 3D-Software angelegt wurde. Diese Aktion befähigt Content-Autoren, auch ohne Kenntnisse komplexer 3D-Software Animationen selbstständig für erweiterte Lernräume zu erstellen.

3D-Hilfsobjekte: Es lassen sich einfache 3D-Modelle in die Szene integrieren. So können z. B. Pfeile in die Szene integriert werden um zusätzlich zu farblichen Hervorhebungen den Fokus des Lernenden auf bestimmte Bauteile zu richten.

Eine besondere Bedeutung hat die Autorenumgebung mit Blick auf die verschiedenen Maschinentypen, die in der Ausbildung an den Berufsschulen oder in den Ausbildungsbetrieben eingesetzt werden. Lehrende erhalten die Möglichkeit, die Inhalte vorgefertigter Lernmodule an die spezifischen Gegebenheiten vor Ort anzupassen. So können sie Inhalte nicht nur an die räumlichen Begebenheiten, sondern auch an die Anforderungen ihrer Auszubildenden anpassen und somit die Relevanz und Authentizität steigern.

2.3 Realisierung themenspezifischer Lernmodule

Die Autorenumgebung bietet sich nicht nur zur Bearbeitung und Individualisierung bestehender Lernmodule an, sondern auch zur Erstellung völlig neuer Module. Diese nutzen im Regelfall bestehende 3D-Modelle und können inhaltlich frei gestaltet werden. Aber auch der Import eigener 3D-Modelle[4] ist möglich, sodass zukünftig weitere Abschnitte der bestehenden Referenzmaschine oder neue Maschinen augmentiert werden können.

2.4 Kollaboratives Lernen in der erweiterten Realität

In Lern-, Unterrichts- oder Ausbildungssituationen nutzen Schüler und Auszubildende den Lernmodus der Anwendung, um entweder alleine oder in Lerngruppen zu lernen. Dieser Modus steht sowohl Gästen, wie auch registrierten Benutzern zur Verfügung und ermöglicht es bereits veröffentlichte Lernmodule zu öffnen und zu bearbeiten.

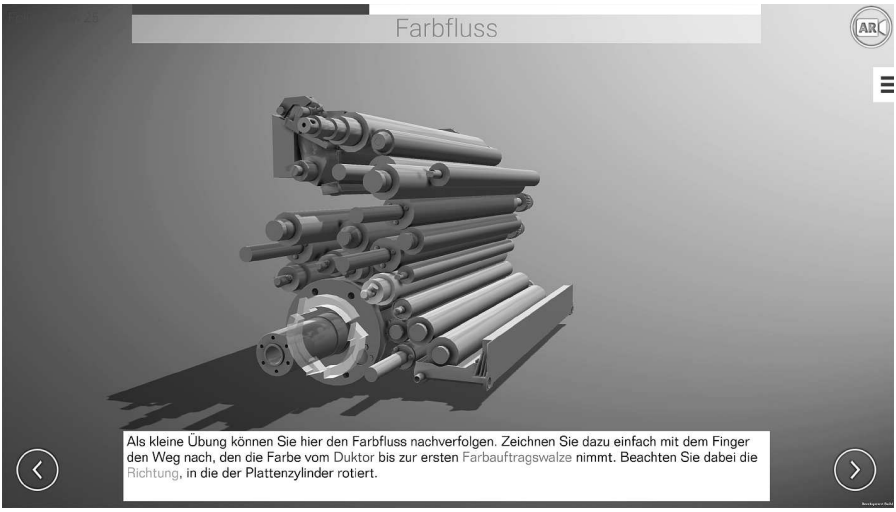

Abb. 3: Sicht des Lernenden auf die Anwendung (Lernen am 3D-Modell)

Das Lernen am 3D-Modell, am mobilen Endgerät, ähnelt stark bereits bekannter und vertrauter Präsentationssoftware und lässt sich dementsprechend intuitiv steuern. Über Schaltflächen können die im Lernmodul vorhandenen Folien und somit die dort hinterlegten kleinteiligen Informationen abgerufen werden. Das 3D-Modell kann zudem über einfache Touch-Gesten rotiert und navigiert werden, sodass Lernende auch kleine Elemente aus diversen Blickwinkeln erkunden können.

[4] Aktuell wird als Austauschformat FBX eingesetzt. Animationen sind hierbei entweder in einem Mastertrack oder als einzelne Clips angelegt.

In der Erweiterung der Realität, die über eine eigene Schaltfläche gestartet werden kann, wird das 3D-Modell positionsgenau an einem an der Druckmaschine angebrachten Marker ausgerichtet und kann interaktiv erkundet werden – statt Touch-Gesten bewegt sich der Nutzer hier selbst durch den realen Raum und steuert so unmittelbar seine Sicht auf das eingeblendete 3D-Modell. Eine Erweiterung der angewandten Trackingmechanismen ist vorgesehen, sodass spätere Versionen der Anwendung die digitalen Inhalte mittels hinterlegter Referenz CAD-Dateien an realen Maschinen ausrichten sollen.

In geführten Settings, z. B. in der Berufsschule oder im Ausbildungsbetrieb, können Lehrende den Präsentationsmodus der Anwendung nutzen, um ganze Lerngruppen untereinander zu vernetzen. Die Anwender sind in der Regel über das Internet miteinander vernetzt, wodurch unter die folgend geschilderten Funktionen ermöglicht werden:

Synchronisation: Initial können alle Anwender selbstgesteuert ein Lernmodul erkunden. Über eine im Menü hinterlegte Aktion können Lehrende den Grad der Synchronisation zwischen den aktiven Geräten regeln und damit unter anderem den Lernmodus (3D, AR) vorgeben oder den Blickwinkel auf das 3D-Modell vorgeben.

Social Features: Zur Kollaboration der Anwender stehen eine Reihe sozialer Funktionen zur Verfügung, die unter anderem die virtuelle Annotation einzelner Elemente ermöglicht. So können z. B. Foren-, Wiki- oder Glossareinträge direkt am 3D-Modell angebracht werden. Darüber hinaus können Anwender sich untereinander visuelle Hinweise (Pings) geben und so z. B. die Aufmerksamkeit auf spezifische Elemente richten oder gezielt Fragen zu diesen stellen.

3 Erprobung und Evaluation des Social Augmented Learning

Während des Projektverlaufs werden in mehreren Runden Erprobungen in Berufsschulen, ausbildenden Betrieben und überbetrieblichen Ausbildungsstätten durchgeführt. Während in den ersten Erprobungen quantitative Erhebungen im Vordergrund stehen, sollen bei künftigen Erprobungen mittels leitfadengestützter Interviews qualitative Erhebungen stattfinden. Auf Basis dieser quantitativen und qualitativen Voruntersuchungen soll zum Ende des Projektes eine vergleichende Studie (*Social Augmented Learning* im Vergleich zu konventionellen Lehr- und Lernmethoden) durchgeführt werden. In der ersten Erprobungswelle wurde der Prototyp der entwickelten Anwendung in sieben Berufsschulen und zwei Ausbildungsbetrieben getestet. Insgesamt nahmen 72 Auszubildende (11 Prozent davon weiblich, was dem Durchschnitt der Branche entspricht) sowie 13 Lehrende an dieser Erprobung und einer anschließenden Fragebogenevaluation teil. Die Fragebogenevaluation hatte zum Ziel, erste Ergebnisse hinsichtlich der Punkte Akzeptanz, Bedarf und Umsetzung digitaler Medien am Beispiel des *Social Augmented Learning* zu erheben. Dazu wurden 37 Indikatorfragen gestellt, die später zu folgenden Indices zusammenzogen wurden:

Lernform: Neben dem Lernen mit mobilen Endgeräten und digitalen Medien wurden

hier auch initiale Eindrücke zum Lernen mit Augmented Reality abgefragt.

Lernmodul: Hier sollte überprüft werden, ob der im Modul enthaltene, dem Curriculum entsprechende Fachinhalt strukturell verständlich aufgebaut war und sich in der vorgegeben Unterrichtszeit gut bewältigen ließ.

Anwendung: Fragen zur Technik und Funktionalität des erprobten Prototyps. Da es sich um die erste öffentliche Erprobung handelte wurde ein besonderes Augenmerk auf die technischen Aspekte der Anwendung gerichtet. Vor allem Usability (Qualität des Bedienkonzeptes) und Augmented Reality (Tracking, Robustheit) standen hier im Vordergrund.

Lernprozess: Mit diesen Fragen sollte die Rolle der Lernenden genauer untersucht werden. Dazu sollten unter anderem Einschätzungen zur Lerngruppengröße, der Interaktion und Kollaboration mit anderen, sowie potenzieller Ablenkungen getroffen werden.

Lehren und Lernen: Abschließend wurden subjektive Gesamteindrücke zum Lernen mit dem erprobten Prototyp, mithilfe mobiler Endgeräte sowie der Durchführung und Organisation der Erprobung abgefragt.

Die Fragebogen wurden als geradzahlige Skala („Schulnotenskala“) konstruiert, bei der die Indikatorfragen als Items genutzt wurden. Bei Item-Bewertungen zu vorformulierten Aussagen reichte die Skala von „Stimme voll und ganz zu“ bis „Stimme gar nicht zu“. Alternativ reichte die Skala bei Items, mit denen z. B. Technikaspekte bewertet werden sollten, von „Sehr gut“ bis „ungenügend“. Zusätzlich konnte sich der Bewertung des Items mittels eines Feldes „Keine Angabe“ enthalten werden.

Indices (Prädiktor)	**Bewertung (Mittelwert)**	***β*-Gewicht**	**Signifikanzniveau *p***
Lernform	1,8	.27	< .05
Lernmodul	1,9	.24	< .05
Anwendung	2,2	.19	n.s.
Lernprozess	2,1	-.21	n.s.
Lehren & Lernen	1,7	.26	< .05

Tab. 1: Indices, Erhebung der Auszubildenden (N=72)

Mittels Häufigkeitsanalyse wurden die so erhobenen Daten initial als Mittelwertvergleich ausgewertet. Darüber hinaus wurden, für die von Auszubildenden erhobenen Daten, die Einflüsse einzelner Indices auf diese Gesamtbewertung durch eine multiple Regressionsanalyse ermittelt. Die Prädiktoren erklären hierbei 37% der Varianz ($R^2_{korr.}$ = .37, $F_{(5, 66)} = 9.24$, $p < .001$). Den stärksten Einfluss auf die Gesamtbewertung haben demnach die Prädiktoren *Lernform*, *Lehren und Lernen* sowie *Lernmodul*.

4 Bisherige Erfahrungen und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir eine im Projekt *Social Augmented Learning* entwickelte Lehr- und Lernplattform für mobile Endgeräte beschrieben. Mit dieser können Lernende Druckmaschinen mittels Augmented Reality um eine digitale Ebene erweitern und so Einblick in die ansonsten verborgenen Prozesse gewinnen. Darüber hinaus umfasst die beschriebene Anwendung Funktionen zur Kollaboration und zum gemeinsamen Lernen in der erweiterten Realität. Die Plattform wurde in einem Prototyp umgesetzt und in schulischen und betrieblichen Ausbildungsstätten erprobt.

Erste Ergebnisse dieser Evaluation deuten darauf hin, dass sich der Einsatz von 3D-Visualisierungen und Augmented Reality, basierend auf authentischen 3D-Daten, sehr gut eignet um komplexe Prozesse im Inneren von Maschinen zu erläutern. An allen Erprobungsstandorten, sowohl an Berufsschulen wie auch in ausbildenden Betrieben, wurde die Anwendung positiv aufgenommen und als Bereicherung angesehen. Dennoch gibt es offene Fragen und potenzielle Hemmnisse, die sich vor allem auf den Einsatz mobiler Endgeräte beziehen. Nicht zuletzt wird ein hohes Ablenkungspotenzial befürchtet. Zwar versuchen jüngste Untersuchungen einen positiven Einfluss eines „Smartphone-Verbots“ auf die Noten zu belegen [BR15], berücksichtigen dabei einen gezielten Einsatz mobiler Endgeräte zu Bildungszwecken aber nicht. Die positive Resonanz von Lehrenden und Lernenden auf die erste Erprobungsrunde lässt eher darauf schließen, dass ein strukturierter Einsatz mobiler Endgeräte im Unterricht für alle Beteiligten Mehrwerte bietet. Dieser Eindruck deckt sich mit dem im Projekt verfolgten Ansatz, nicht nur die technologische Infrastruktur für das Lernen in einer erweiterten Realität zu schaffen, sondern durch eine sinnvolle Integration des *Social Augmented Learning* in den Unterricht nachhaltige Effekte zu erzielen.

Im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes werden daher, basierend auf drei weiteren Erprobungsrunden und einem andauernden Dialog zu den Lehrenden der Branche, Konzepte für eine erfolgreiche Implementation in bestehende Bildungssettings entwickelt. Neben der Ausweitung auf qualitative und vergleichende Evaluierungen wird eine Anwenderschulung für Lehrende konzipiert und durchgeführt werden. Darüber hinaus werden Strategien zur einfacheren Generierung und Implementierung neuer 3D-Daten in die Lernanwendung entwickelt, um nicht nur eine nachhaltige Pflege der Fachinhalte, sondern auch die Erzeugung neuer Lernmodule zu ermöglichen.

5 Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01 PF 10010 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literaturverzeichnis

[Az01] Azuma, R. T. et. al.: Recent Advances in Augmented Reality. In: IEEE Computer Graphics & Applications, volume 21, issue no. 6, S. 34-47, 2001.

[Bi14] Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.: Jung und vernetzt. Kinder und Jugendliche in der digitalen Gesellschaft. http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Studie_Jung_und_vernetzt_2014.pdf, Zuletzt abgerufen: 15.06.2015.

[BR15] Beland, L.-P.; Murphy, R.: III Communication: Technology, Distraction & Student Performance. No. 2015-03. 2015. http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1350.pdf Zuletzt abgerufen: 15.06.2015.

[HC11] Hart, J. & Cross, J. (2011). 5 Stages of Workplace Learning (Revisited). http://www.c4lpt.co.uk/blog/2011/12/06/5-stages-of-workplace-learning-revisited/ Zuletzt abgerufen: 15.06.2015.

[KP02] Kress, G.; Pachler, N.: Thinking about the 'm' in mobile learning. In (Norbert Pachler, Hrsg.): Mobile Learning: Towards a Research Agenda, S. 7-32, 2007.

[Mi94] Milgram P. et. al.: Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: SPIE Vol. 2351: Telemanipulator and Telepresence Technologies, S. 282-292, 1994.

[RM06] Reinmann, G.; Mandl, H.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In (A. Krapp und B. Weidemann, Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch (5. Vollständig überarbeitete Auflage), Weinheim: Beltz, S. 613-658, 2006.

[SAL14] SAL, Social Augmented Learning, Status Update: Dezember 2014, http://www.social-augmented-learning.de/status-update-dezember-2014/, Zuletzt abgerufen: 15.06.2015.

[SCW02] Sharples, M.; Corlett, D.; Westmancott, O.: The design and implementation of a mobile learning resource. Personal and Ubiquitous Computing 6.3, S. 220-234, 2002.

[Si05] Siemens, G.: Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. In: International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1), S. 3-10, 2005.