

Einsatz von Augmented Reality in Kläranlagen

Lernhaltige Verwendung von Datenbrillen in der beruflichen Bildung

Jens Hofmann ¹

Abstract: Der Einsatz von Augmented Reality (AR) in der beruflichen Bildung eignet sich insbesondere für die Vermittlung berufspraktischer Kompetenzen im Rahmen der Qualifizierung von Auszubildenden im Berufsbild „Fachkraft für Abwassertechnik“. Der niederschwellige Einsatz wird anhand vier exemplarischer Einsatzszenarien in einer Kläranlage dargestellt. Leitfrage war hierbei: Ist der Einsatz von Datenbrillen geeignet, um den Erwerb berufspraktischer Handlungskompetenz zu unterstützen? Der Praxisbericht zeigt auf, dass die Weitergabe von Fachwissen in Echtzeit durch eine AR Remote Support-Lösung vom Experten an Auszubildende möglich ist. Dies fördert ein digitalgestütztes Arbeiten in der beruflichen Praxis durch den lernhaltigen Einsatz von AR sowie es unterstützt gleichzeitig den Wandel hin zu einer Abwasserwirtschaft 4.0 im Kontext einer beruflichen Bildung 4.0.

Keywords: Augmented Reality, Remote Support, Kläranlage, Fachkraft für Abwassertechnik, berufliche Bildung

1 Einleitung

Der Einsatz von Augmented Reality (AR) stellt derzeit in der beruflichen Bildung eine Nischenanwendung dar. Eine Untersuchung im Jahr 2019 unter 2006 auszubildenden Unternehmen zeigte einen Nutzungsgrad von 3 % über alle Branchen hinweg [Ge20]. Dies spiegelt sich auch in der Abwasserwirtschaft direkt wider. Hier ist der Einsatz von Augmented Reality in Kläranlagen eher selten. Bisherige Fälle umfassen insbesondere die digitale Unterstützung der Maschinenwartung.² Anwendungsfälle in der beruflichen Bildung sind bisher u. a. aus dem Bereich der Chemie bekannt [LH20].

Als Augmented Reality wird dabei die Überlagerung der sichtbaren Realität mit digitalen Informationen in Echtzeit und deren Verankerung im Raum verstanden [Gr13]. Die Verwendung interaktiver und dreidimensionaler Objekte ermöglichen eine Anreicherung der Realität. Dies ist wichtig bei der Anwendung in realen Arbeitsprozessen.

¹ SBG Dresden, Gutenbergstraße 6, 01307 Dresden, j.hofmann@sbgdd.de,  <https://orcid.org/0000-0002-5066-1056>

² <https://funkefuture.com/pilotprojekt-datenbrille-fuer-einen-service-4-0/> (abgerufen am: 07.06.2022)

Augmented Reality eignet sich für die Vermittlung technischen Wissens für risikoarme Tätigkeiten wie die bereits erwähnte Maschinenwartung, aber auch für Routine und Nicht-Routinetätigkeiten [LH20]. Ziel ist es, Handlungsmuster zu erlernen oder bei unvorhergesehenen Ereignissen in Echtzeit audiovisuell durch den Einsatz von Sprache und Hologrammen entsprechende Hilfestellungen zu geben. In Kombination mit passenden Kommunikations- und Kollaborationsformen entstehen neue Kommunikationsräume für Entwicklung, Test, Evaluation und Transfer lernhaltiger und mit AR angereicherter Lehr- und Lernszenarien.

Der Einsatz von Augmented Reality ist z. B. als sog. Remote Support mit speziellen Datenbrillen möglich. Hierbei schaltet sich in Echtzeit der Experte/-in aus der Ferne hinzu und gibt audio-visuelle Anweisungen. Dieses Setting ermöglicht es, dass der Lernende beide Hände frei hat. Dies unterstützt eine direkte Umsetzung der Anweisungen.

Der Einsatz von AR in Kläranlagen bei der Steuerung von Prozessen wurde mit vier Auszubildenden des Berufsbildes „Fachkraft für Abwassertechnik“ im Kläranlagenverbund Bonn untersucht. Die Leitfrage war hierbei: Sind niederschwellige AR-Anwendungen geeignet, um den Erwerb berufspraktischer Kompetenzen in einer Kläranlage zu unterstützen?

2 Theorie

Augmented Reality fördert einerseits ein experimentelles und selbstgesteuertes Lernen und andererseits ein angeleitetes, handlungsorientiertes Lernen [Ho20]. Gerade das Lernen unter Anleitung, z. B. eines betrieblichen Ausbilders, zeichnet die berufliche Erstausbildung aus. Ein theoretischer Bezugsrahmen hierfür ist die sog. Cognitive Apprenticeship Theory [CBN89]. Der konstruktivistische Ansatz steht dabei in enger Verbindung zum situierten Lernen. Dies stellt den prozeduralen Wissens- und Kompetenzerwerb gut dar sowie es eignet sich den integrativen Charakter von AR beim Erwerb von Handlungswissen darzustellen.

Die Cognitive Apprenticeship Theorie ist gekennzeichnet durch die aufeinanderfolgenden Phasen: Vorführen - unterstützte Vorführung – Artikulation und Reflexion des Gelernten – Übertragung des Gelernten auf neue, aber ähnliche Aufgaben. Es bildet damit die Realität in der Ausbildung (Auszubildender-Meister/Ausbilder-Verhältnis) ab, bei der das Wissen in einem zyklischen Verhältnis zur Praxis steht. Dieses Wissen wiederum beeinflusst das Handeln, was wieder zu neuem Wissen führt. Die Wechselbeziehung von Wissen und Handlungswissen bzw. dessen Reflexion ist ein Merkmal für das Lernen im Prozess der Arbeit. Der Cognitive Apprenticeship-Ansatz lässt sich damit bei der Nutzung von AR in der praktischen Ausbildung bei der Fachkraft für Abwassertechnik anwenden, da bestehende sequenzielle Arbeitsschritte (audio-)visuell und synchron begleitet werden, um das jeweilige Lernziel inhaltlich und zeitlich zu erreichen.

3 Anwendungsszenarien

Die Verwendung von AR in der praktischen Ausbildung antizipiert Entwicklungen bei der Fachkraft für Abwassertechnik. Voraussichtlich im Jahr 2023 soll das Berufsbild u. a. um Handlungsfelder wie digitales Arbeiten modernisiert werden. Dies inkludiert dabei auch den Umgang mit Technologien wie AR. Die SBG Dresden als überbetriebliche Bildungseinrichtung im Bereich der Umwelttechnik mit dem Fokus auf dem praktischen Teil der Ausbildung ist bestrebt, bestehende und zukünftige Anforderungen der Ausbildungsordnungen und der Ausbildungsunternehmen entsprechend zu bedienen.

Die Pilotierung erfolgte anhand gängiger Arbeitsaufgaben in insgesamt zwei Kläranlagen in Bonn. Dies umfasste Tätigkeiten in den Bereichen der Probennahme, der chemisch-biologischen Abwasserreinigung, der Pumpenwartung sowie der Störungsbehebung. Mittels des Einsatzes von AR konnte jeweils ein Experte/-in (Ausbilder und erfahrener Auszubildender) zugeschaltet werden. Der sog. AR Remote Support diente dabei der Vermittlung von berufspraktischen Handlungswissen. Mittels gesprochenen Worts und einfachen Hologrammen erfolgte die Echtzeitanreicherung einer oder mehrerer aufeinanderfolgender, meist motorischer Handlungen. Jedes Szenario wurde im Nachgang mittels Onlinefragebogen durch die Nutzer evaluiert. Im Mittelpunkt stand die individuelle Einschätzung hinsichtlich Anwendbarkeit einer Datenbrille sowie der Transfer des Gelernten in die jeweilige berufliche Praxis.

Szenario I: Probennahme (erfahrener Auszubildender – Auszubildender)

Bei diesem Szenario leitete die erfahrene Auszubildende (3. Lehrjahr) den anderen Auszubildenden (1. Lehrjahr) in Echtzeit an. Die Expertin war mittels Microsoft Teams zugeschaltet und konnte sehen, was der Auszubildende in der AR-Brille (Microsoft HoloLens 2 und Remote Assist App) sah. Die Expertin unterstützte ihre Ausführungen bei Bedarf durch einfache Hologramme, die ins Sichtfeld des Auszubildenden eingeblendet und räumlich verankert wurden.

Der Ablauf fand wie folgt statt: Nach einer kurzen Einführung im Umgang mit der Microsoft HoloLens 2 sowie einer fragebogenbezogenen Erfassung der Motivation und des bereits bestehenden möglichen Vorwissens, um festzustellen, ob die jeweilige Aufgabe nicht bereits vorher ausgeführt wurde, begann die AR gestützte Umsetzung der Aufgaben im sog. Ex-Zonen³ freien Bereich. Anschließend stand im Mittelpunkt des Datenbrilleneinsatzes die Behebung eines Fehlers im Probennahmenschränk. Der Auszubildende konnte den Fehler zwar identifizieren, aber zur Fehlerbehebung rief er über die Datenbrille die Expertin an. Dies leitete ihn in Echtzeit audio-visuell an. Sie führte ihn hinsichtlich der notwendigen Einstellungen am digitalen Display des Probennahmenschranks, der Reinigung der Sonde, des Ein- und Ausbaus der Sonde sowie der Wiederinbetriebnahme. Sie konnte die Ausführung in Echtzeit überprüfen und

³ Dies bezeichnet den explosionsgefährdeten Bereich z.B. in einer Industrieanlage. Meist abgekürzt als „Ex-Zone“. Es erfolgt eine Einteilung in drei Zonen: 0, 1 und 2. Die Zone 0 stellt dabei den am explosionsgefährdeten Bereich oder Atmosphäre dar. Die Einbringung batteriebetriebener Geräte wie Datenbrillen, die potenziell u. a. durch einen Unfall entzündlich sind, ist für die Ex-Zonen 0-2 untersagt.

bei Bedarf sofort korrigieren. Der Auszubildende hatte dabei die Möglichkeit, das Gelernte zu reflektieren. Dies war sichtbar an der Art und Weise seiner Arbeitsausführung sowie an seinen Rückfragen. Es wurde erwartet, dass er das Gelernte in einer ähnlichen Situation das Gelernte anwenden kann.



Abb. 1: Nutzung der Microsoft HoloLens 2 und die App Remote Assist (teilweise Überblendung der Außen- und der Innenansicht mit Overlay-Einbettung im Nutzersichtfeld) - siehe Aufzeichnung⁴

In der formativen, ex-post Evaluation (siehe Tabelle 1) mit einem Onlinefragebogen zeigte sich, dass die Lernenden den Anweisungen des Experten gut folgen und auch direkt umsetzen konnten. Die Befragten erwarten, das Gelernte in ihrer beruflichen Praxis überwiegend gut einzusetzen.

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=L2R5CcXWxxE> (abgerufen am 09.06.2022)

Szenario	Niveau	Fandest du es einfach, den Anweisungen des Experten zu folgen?	Hattest du das Gefühl, dass sich dein Verständnis für das Thema verbessert hat?	Wie sicher bist du, dass du das Gelernte bei der Arbeit anwenden kannst?	Fandest du es einfach, Fehler und Missverständnisse zu überwinden?
1. Probennahme	Anfänger	Meistens	Meistens	Sicher	Einfach
2. Chemisch-biologische Abwasserreinigung	Anfänger	Meistens	Ja	Sehr sicher	Sehr einfach
3. Betrieb, Unterhalt und Wartung von Pumpenanlagen	Anfänger	Meistens	Ja	Sicher	Sehr einfach
4. Störungsbehebung	Anfänger	Meistens	Meistens	Sehr sicher	Einfach

Tab. 1: Ergebnisse der fragebogenbasierten formativen Onlineevaluation auf Grundlage verschiedener szenariobezogener Selbsteinschätzungsparameter (5-stufige Likert-Skala)⁵

Szenario 2: Chemisch-biologische Abwasserreinigung (erfahrene Auszubildende – Auszubildender)

Bei diesem Szenario wurde der Auszubildende (1. Lehrjahr) in Echtzeit von einer erfahrenen Auszubildenden angeleitet.⁶ Das technische Setting war wie in Szenario I. Nach der Einführung, der anschließenden Befragung bzgl. des Vorwissens sowie der Motivation ging es an die Umsetzung in einem Ex-Zonen freien Bereich.

Die formative Evaluation (siehe Tabelle 1) zeigte, dass das AR gestützte Peer-Learning in der Durchführung auch mit den bestehenden Umgebungsgeräuschen in der Kläranlage gut möglich war. Die Vermittlung beruflichen Handlungswissens sowie der Transfer in den Ausbildungsalltag wurde gut bis sehr gut eingeschätzt.

⁵ <https://bit.ly/3SB6OUd> (Fragebogen Probennahme)

⁶ https://www.youtube.com/watch?v=_QCj661IV-g (abgerufen am 09.06.2022)

Szenario 3: Betrieb, Unterhalt und Wartung von Pumpenanlagen (erfahrener Ausbilder – Auszubildender)

Die Pumpenwartung umfasste eine Abfolge verschiedener Schritte über eine Dauer von ca. 1 h.⁷ Ausgangspunkt war das Bergen der Pumpe aus dem Sandfangbecken, dem anschließenden Ölwechsel in der Werkstatt sowie den nachfolgenden Einbau in das Becken. Dies Aufgaben sind auch Bestandteil der Ausbildung.

Als AR-Brille kamen die Microsoft HoloLens 1 sowie die Remote Assist App in einem Ex-Zonen freien Bereich zum Einsatz. Der Ausbilder schaltete sich über die Microsoft Teams App auf seinem Smartphone zu und gab audio-visuelle Anweisungen an den Auszubildenden des 1. Lehrjahres.

Die im Anschluss erfolgte und fragenbogenbasierte Evaluation zeigt, dass die Vermittlung von Fachwissen und die Behebung von Missverständnissen als sehr gut eingeschätzt wurde (siehe Tabelle 1). Die Befolgung der Expertenweisungen wurde insgesamt als gut bewertet. Einflussfaktoren waren insbesondere Umgebungsgeräusche sowie die Stärke des zur Verfügung stehenden W-Lan-Signals

Szenario 4: Störungsbehebung (erfahrener Ausbilder – Auszubildender)

Als letztes Szenario wurde der Umgang mit Störungen in der Kläranlage erprobt.⁸ Die Zuschaltung des Experten erfolgte wie in Szenario 3 über das Smartphone des Ausbilders. Der Auszubildende trug eine HoloLens 1. Zum Einsatz kamen die Remote Assist App (auf der Datenbrille) sowie die Teams App (auf dem Smartphone).

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=qh1BHzS6H70> (abgerufen am 09.06.2022)

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=xmKIMQ6gLV0> (abgerufen am 09.06.2022)



Abb. 2: Nutzung der Microsoft HoloLens 1 und die App Remote Assist (teilweise Überblendung der Außen- und der Innensicht; mit Overlay-Einbettung im Nutzersichtfeld)

Im Mittelpunkt des Szenarios standen Vermittlung und Begleitung bei der Inbetriebnahme des Rücklaufschlamm-Systems nach sog. Heberabriss durch eine hydraulische Überlastung. Dies stellt ein Szenario in der Kläranlage dar, welches in einem Ex-Zonen freien Bereich stattfand.

Durch die verbalen Anweisungen unterstützte der Ausbilder über eine Dauer von ca. 25 min einfachen Hologrammen im Sichtfeld des Auszubildenden.

Die Bewertung (siehe Tabelle 1) ergab, dass besonders der Transfer in berufliche Praxis als sehr gut bewertet wurde. Die Kommunikation des Auszubildenden mit dem Ausbilder wurde als gut bewertet.

4 Diskussion

Der Einsatz von AR Remote Support in der praktischen Ausbildung in Kläranlagen ist einfach und ohne Programmieraufwand möglich. Damit kann die Leitfrage: „Sind niederschwellige AR-Anwendungen geeignet, um den Erwerb berufspraktischer Kompetenzen in einer Kläranlage zu unterstützen?“ für die jeweiligen Einsatzbeispiele bejaht werden.

Begrenzende Faktoren sind mitunter Umgebungsgeräusche, die Stärke des W-LAN Signals sowie die Beachtung von Ex-Zonen.

Die durchweg guten Bewertungen in der formativen Evaluation zeigen das integrative Potenzial von AR für die berufliche Bildung auf. Dies ermöglicht eine erste

Standortbestimmung hinsichtlich eines vertiefenden oder weiterführenden Einsatzes in Kläranlagen.

Neben der Vermittlung technischen sowie Prozesswissens ermöglicht der Einsatz von AR Remote Support neue Kommunikationsformen zwischen z. B. erfahrenen Auszubildenden und unerfahrenen Auszubildendem sowie hinsichtlich räumlicher-zeitlicher Präsenz durch die zeitlich synchrone Zuschaltung aus der Ferne. Es wird vermutet, dass dies zu einer höheren Motivation unter den Lernenden führt, infolge der Unterstützung des Erwerbs beruflicher Handlungskompetenz (z. B. motorischer Fähigkeiten) durch AR. Damit können bestehendes Wissen und Fähigkeiten in den beiden Peer-Learning Szenarien auch beim erfahrenen Auszubildenden evaluiert werden sowie die Effektivität der Aufgabenausführung beim instruierten Auszubildenden. Infolge des neuartigen Medieneinsatzes und der Kollaborationsform wird erwartet, dass dies anschließend in einem besseren Erinnerungsvermögen des Gelernten resultiert.

Die durchgeführten Pilotierungsszenarien mit einer kleinen Stichprobe (n=4) in zwei Kläranlagen verdeutlichen, dass AR basiertes Remote-Training besonders bei ungefährlichen Szenarien mit aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten zum Einsatz kommen sollte. Hierbei muss aber der Erwerb von Handlungswissen gerahmt werden, durch den vorangeschalteten Erwerb von Fachwissen zur Funktionsweise der augmentierten technischen Anlagen und -teile.

5 Schlussfolgerungen

Die Anwendung von AR bzw. AR-Brillen in der praktischen Ausbildung ist in Kläranlagen realisierbar. Im Mittelpunkt sollten insbesondere die Vermittlung technischen Wissens sowie die Zusammenarbeit zwischen Anlagenpersonal stehen.

Gerade im Hinblick auf die anstehende Modernisierung des Berufsbildes „Fachkraft für Abwassertechnik“ ermöglichen erste Erfahrungen bzgl. Technologieinsatz sowie lernhaltiger Praxisszenarien eine Möglichkeit, bestehende Probleme zu lösen (z. B. Zuschaltung eines/-r Experten/-in auch an Wochenenden) sowie zu antizipieren (zu modernisierende Ausbildungsinhalte). AR Remote Support kann maßgeschneidert und lernhaltig auch für viele Prozesse und Abläufe in einer Kläranlage (kein Ex-Schutz) angewandt werden, um einen modernen Kläranlagenbetrieb zu gewährleisten. Weitere und tiefer gehende Analysen u. a. mit leitfadengestützten Interviews sind wünschenswert, um derzeitige und zukünftige Einsatzpotenziale auch in kleinen sowie größeren Kläranlagen weiter auszuloten.

6 Literaturverzeichnis

- [CBN 89] Collins, A; Braun, J.S. und Newman, S.E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching The Crafts of Reading, Writing and Mathematics. In: Resnick, L.B. (Hrsg). Knowing, Learning and Instruction. Essays In Honour Of Robert Glaser. Hillsdale, NJ., 453-494.
- [Ge20] Gensicke, Miriam u. a.: Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine Folgeuntersuchung. Bonn 2020. S. 167.
- [Gr13] Craig, Alan B. (2013): Understanding Augmented Reality. Concepts and Applications. Elsevier, Waltham, S. 20.
- [Ho20] Hofmann, Jens (2020): LEAP: Learnings beim Einsatz von Augmented Reality in der praktischen Berufsausbildung, in: Raphael Zender et al. (Hrsg.): Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI), Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2020.
- [LH 20] Lester, S. and Hofmann, J. (2020): Some pedagogical observations on using augmented reality in a vocational practicum, *British Journal of Educational Technology*, Vol 51, No 3, 645-656. (doi:10.1111/bjet.12901)