

VR UND AR-APPLIKATION FÜR SMARTE ENERGIESYSTEME

Jeannine SCHIEDER¹(*), Marlene LOIDL¹(*), Ivo SABOR¹(*),
Christof SUMEREDER¹

FH Joanneum – University of Applied Sciences, Institut Energie-, Verkehrs- und
Umweltmanagement, Werk-VI-Straße 46, 8605 Kapfenberg, AUSTRIA, 0316/5453-6359,
christof.sumereder@fh-joanneum.at, <https://www.fh-joanneum.at/>

Einleitung

Bereits beim letzten Symposium Energieinnovation haben wir den Einsatz der VR-Technologie im Labor für erneuerbare Energien vorgestellt [1]. Die Technologie von Virtual Reality (VR) Brillen ist zwischenzeitlich so weit fortgeschritten, dass es eine neue Gerätegeneration gibt, die ohne den Einsatz von leistungsstarken Rechnern das Auslangen findet und daher für mobile Anwendungen hervorragend geeignet ist. Auch im Bereich der Augmented Reality (AR) gibt es viele neue Anwendungen, die im Bereich der Energiesysteme für die Indikation des Betriebszustands, der Instandhaltung oder Fehlerbehebung Anwendung finden.

Im Rahmen dieses Beitrags wird die bidirektionale Interaktion mit einem smarten Energiesystem dargestellt, die im Rahmen des internationalen Projekts I-Greta [2] entwickelt wurde. Mit einer handelsüblichen VR-Brille ist die Steuerung von Aktoren möglich, wobei der Operator im virtuellen Raum den jeweiligen Zustand auch tatsächlich steuert und erlebt. Es waren Schnittstellen zwischen den Sensoren, dem Controller des Energiesystems, den Messdaten und Steuersignalen zu programmieren, wobei auch der Aspekt der Cyber Security einzuhalten war. Das VR-Modell und die Software zur Interaktion wurden mit open source Programmen erstellt.

Eine weitere Entwicklung findet im Bereich von AR-Anwendungen statt. Durch die Interaktion des reellen Abbildes über ein mobiles Endgerät können Zustandsparameter von Betriebsmitteln mittels AR-Technologie eingeblendet und daraus weitere Aktionen durch Abfrage des Benutzerverhalten eingeleitet werden.

Auch bei der Fernwartung oder Instandhaltung kommen in unserem Labor interaktive AR-Anwendungen zum Einsatz. Die eingesetzte open source AR-App ermöglicht es fachliche Assistenz per Internet zu geben, die neben der Funktion eines Video-Chats auch die graphische Interaktion ermöglicht.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, Smart Grid, Erneuerbare Energien

¹ FH Joanneum – University of Applied Sciences, Institut Energie-, Verkehrs- und
Umweltmanagement, Werk-VI-Straße 46, 8605 Kapfenberg, AUSTRIA, 0316/5453-6359,
christof.sumereder@fh-joanneum.at, <https://www.fh-joanneum.at/>

1 Die Virtual Reality Brille als Schnittstelle zum smarten Energiesystem

Die VR-Technologie wurde bereits seit der Inbetriebnahme unseres Energy Analytics and Simulation Lab ([EAS-Lab](#)) für die Visualisierung von Echtzeitdaten eingesetzt. Mit der Anschaffung der nächsten VR-Brillen-Generation [3] wurde auch eine Interaktion mit den Laborkomponenten umsetzbar, ohne einen leistungsstarken Rechner einsetzen zu müssen. Das VR-Headset ist ein Standard-Produkt aus dem Consumer-Elektronik Segment, das mit Hilfe der zwei Controllern kabellos bedient wird und sich daher auch für den mobilen Einsatz eignet. Ein wesentliches Merkmal dieses Headsets ist die Passthrough Technologie, die es ermöglicht seine echte Umgebung in stereoskopischem Schwarz-Weiß durch die eingebauten Kameras zu betrachten. Würde der Anwender den definierten Nutzungsbereich verlassen, so wird dieser durch den Passthrough Modus gewarnt und Zusammenstöße / Stürze / Verletzungen vermieden. In einer erweiterten Anwendung wurde auch bereits das Hand Tracking realisiert. Über diese Erweiterung können die Anwender anstatt mit den Controllern direkt mit ihren Händen in der virtuellen Realität interagieren. Dabei wird mittels der vier eingebauten Weitwinkelkameras die Haltung und Lage der Hände erfasst und interpretiert. Diese Anwendungen funktionieren durch die im System integrierte Künstliche Intelligenz.

Zur funktionalen Umsetzung der Interaktion der Laborkomponenten mittels VR-Brille waren mehrere Zwischenschritte erforderlich. Da diesmal nicht nur Werte ausgelesen werden sollten, sondern eine bidirektionale Kommunikation umgesetzt wurde, mussten verschlüsselte Datenbanken angelegt werden, die sowohl das Lesen als auch Schreiben von Werten zum Setzen von Zuständen und dem Erteilen von Schaltbefehlen zulassen. Sichere Kommunikation ist speziell in der Automatisierungstechnik, in der Produktion von Gütern, in der Industrie 4.0 und speziell in der Energie- und Wasserversorgung also im Bereich der sogenannten kritischen Infrastruktur erforderlich. In diesen Bereichen kommen vor allem Industrie PCs (IPC), Windows-Betriebssysteme mit Office-Anwendungen sowie Supervisory Control and Data Acquisition-Systeme (SCADA) zur Steuerung der verschiedenen Funktionen und Abläufe in verteilten Strukturen zum Einsatz. Die Wechselwirkungen zwischen Sicherheit in der Informationstechnik (IT-Sicherheit) und der Sicherheit von Prozesssteuerungssystemen sowie der verwendeten Komponenten erlangt eine immer größere Bedeutung. Bei Anlagen der kritischen Infrastruktur stellt darüber hinaus auch die Sicherheit gegen Angriffe von außen wie Sabotage oder Manipulation eine Gefahr für die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Authentizität dar [6].

Um die Sicherheit in der Kommunikation zu gewährleisten, wurde eine verschlüsselte Datenbank verwendet, die mittels PHP-Skripts das Auslesen von Zuständen und Setzen von Befehlen ermöglicht. Für unseren Anwendungsfall erfolgte die Visualisierung mit der aus der Spieleindustrie bekannten Software UNITY [7], wobei die Laborräumlichkeiten mit einem CAD-Programm als 3D-Modell realitätsnah nachgebildet wurden. Mit Unity ist es möglich Gegenstände bzw. Zustände im VR-Modell sehr realitätsnah nachzubilden: Oberflächenstrukturen, Spiegelungen an Objekten, Sonnenstand bzw. Raumhelligkeit entsprechend der Tageszeit oder Öffnungshöhe der Fensterrollos sowie Beleuchtungsstärke aufgrund des Lichtdimmers. Für diese realitätsnahe Darstellung von Objekten im dreidimensionalen VR-Raum kommen innovative Technologien wie das Rendern von Objekten zum Einsatz. Dabei werden Objekte als 3D-Modell in einem Datenformat erstellt, das

eine geringe Rechnerleistung beansprucht. Vor der Betrachtung im 3D-Raum erfolgt die grafische Fertigstellung mittels Rendering: Dabei können z.B. Lichtquellen und Schatteneffekte, Reflexionen und Farbverläufe an Oberflächenstrukturen sehr realitätsnahe dargestellt werden. In der Abbildung 1 sind zwei Beispiele des EAS-Labs ersichtlich: rechts ist eine Fotografie und links die Ansicht in der erstellten VR-Umgebung abgebildet.



Abbildung 1: Vergleich – Realität (links) und digitaler Zwilling (rechts)

Die in diesem Projekt erschaffene Applikation erscheint momentan als Spielerei für Smart Home Anwendungen, jedoch konnten wertvolle Erkenntnisse zur sicheren Integration einer VR-Brille als Schnittstelle gewonnen werden. Derzeit beschäftigen sich mehrere wissenschaftliche Projekte mit der Umsetzung ähnlicher Fragestellungen bzw. Zielsetzungen beispielsweise [8]. In [9] sind einige mögliche Anwendungen in Industrie, Ausbildung, Forschung und Lehre oder aber auch in der Simulation und Modellierung dargestellt.

2 Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) im EAS-Lab

Neben der bereits dargestellten virtuellen Realität ist die erweiterte Realität zu unterscheiden. In der VR Technologie wird ein digitales Abbild des Bestandes möglichst detailgetreu angefertigt, in dem man sich scheinbar bewegt, beispielsweise Navigation virtuellen Raum. Bei der AR-Technologie wird die Realität durch Elemente erweitert, dies erfolgt beispielsweise durch Einblenden eines Richtungspfeils auf dem Live-Video in einer Navigation.

Das EAS-Labor integriert an den beiden Standorten der FH Joanneum in Kapfenberg und dem Campus 02 in Graz mehrere PV-Anlagen, Stromspeicher, Ladesäulen für Elektroautos und diverse Smart-Homegeräte. Der wechselseitige Datenzugriff bzw. die Laborsteuerung erfolgt über eine verschlüsselte VPN-Leitung. Lokal ist eine Regelung und Datenvisualisierung mittels eines Smart-Home-Systems [4] und standortübergreifend über ein Leittechniksystem [5] möglich. Darüber hinaus existieren unterschiedlichste APPs auf Basis Android und IOS, die einen mobilen Zugriff auf die einzelnen Geräte ermöglichen. In unserem Projekt wurde eine plattformunabhängige AR-Anwendung entwickelt, die es ermöglicht mittels Mobiltelefon die aktuellen Werte oder Zustände der Laborgeräte auf dessen live-Videoansicht einzublenden. Diese AR-APP benötigt ausser ein mobiles Standard-Endgerät (Handy, Tablet) keine zusätzliche hardware und ist somit eine sehr kostengünstige Methode zur Interaktion mit einem intelligenten Energiesystem.



Abbildung 2: AR-APP zur Visualisierung von Daten im Live-Bild

3. Einbindung von VR in Lehre und Ausbildung

Es liegt nun nahe diese Technologie in der Lehre und Ausbildung, für Instandhaltungszwecke oder auch für betriebliche Schulungen einzusetzen. In der Instandhaltung werden bereits solche Datenbrillen eingesetzt.

Virtual Reality Anwendungen stellen eine sinnvolle Ergänzung zu konventionellen Unterrichtsformen dar und kommen bei uns bereits in mehreren Laborübungen zum Einsatz. Aufgrund von COVID-19 Restriktionen war es erforderlich auf Fernunterricht umzustellen, durch die Fernsteuerbarkeit unserer Anlagen konnten jedoch trotzdem Laborübungen abgehalten werden. Ein diesbezügliches Lehrangebot wird derzeit stark ausgeweitet, denkbar ist eine Einbindung als asynchrone Lehrveranstaltung mit dem Vorteil einer hohen Verfügbarkeit und einer theoretisch uneingeschränkten Zahl an Laborplätzen. Ein weiterer innovativer Ansatz ist Laborübungen gänzlich in der VR-Ebene zu simulieren, es gibt bereits akademische Lehrmittelanbieter mit umfangreichen Angeboten [10], die eine gute Ergänzung zum realen Praxisunterricht im Labor bieten. Da man in einer virtuellen Umgebung nicht durch vorhandene Ausstattung beschränkt ist, ergeben sich zahlreiche neue Möglichkeiten in allen technischen Disziplinen. Das beinhaltet vor allem die Ausbildung an teuren Maschinen oder mit gefährlichen Betriebsmitteln wie Hochspannung oder Chemikalien.

Durch die Bedienbarkeit aus der Ferne ergeben sich zukünftig weitere Anwendungsmöglichkeiten wie das Teilen von Laboreinrichtung mit anderen Institutionen unabhängig von einer örtlichen Bindung. Besonders bei Laborequipment mit hohen Anschaffungskosten kann so eine bessere Auslastung erreicht werden. Denkbar wäre zum Beispiel die Nutzung außerhalb der typischen Arbeitszeiten durch Einrichtungen in anderen Zeitzonen, mit der Einschränkung einer technisch sinnvollen Nutzbarkeit beispielsweise von Solaranlagen außerhalb der Zeit ertragreicher solaren Einstrahlung. Auch wird angedacht mit Universitäten in Entwicklungsländern zusammenzuarbeiten, indem man neben virtuellen Gastvorträgen über Videokonferenzen auch virtuelle Laborübungen abhält. An unserem Institut wurde im Rahmen eines Entwicklungshilfe-Projekts mit dem ÖAD ein Bachelor-Studienprogramm an der Universität Zambeze in Chimoio / Mosambik implementiert, das sich auf erneuerbare Energien fokussiert ([RETEM](#), APPEAR #221) [11].

Auch in Betrieben und der Industrie wurden die Vorteile der Datenbrille für die Ausbildung und Schulung erkannt und kommen bereits zum Einsatz. Für Schulungszwecke und in der Instandhaltung können direkt in das gesehene Bild Funktionselemente eingebaut und Hinweise eingeblendet werden. Diese können Arbeitsanweisungen, Bauteilspezifikationen oder auch Videoanleitungen für Wartungsarbeiten sein.

Ein weiterer Einsatz ist im Bereich von Schulungen und in der Arbeitsvorbereitung möglich. Einige Firmen setzen beispielsweise für die elektrotechnische Sicherheitseinweisung Arbeiten zum Arbeiten in Hochspannungsanlagen durch Fremdfirmen digitale Modelle ein, um die Gefahrenbereiche bereits im virtuellen Raum kennenzulernen. Dabei kann der Mitarbeiter im 3D-Modell Schalthandlungen durchführen, oder Montage- und Instandhaltungstätigkeiten gefahrlos trainieren: Einhaltung der Mindestabstände, Unterscheidung Annäherungszone, Gefahrenbereich und Verbotsbereich nach ÖVE EN 50110-1 [12] unter Realbedingungen oder auch die Durchführung der elektrotechnischen Unterweisung kann geübt, durchgeführt und dokumentiert werden. Die Erstellung eines entsprechend gut aufgelösten Modells ist derzeit natürlich noch mit einem hohen Aufwand verbunden, jedoch sind die Kosten und Arbeitsaufwände im Schulungsbereich bedeutend niedriger.

4. Resümee und Ausblick

Die Entwicklung kompakterer und einfacher zu bedienender VR-Brillen schreitet rasch voran, wodurch sich diese auch zunehmend für mobile Anwendungen eignen, da kein leistungsstarker Rechner mehr benötigt wird. Durch diesen technologischen Sprung und die signifikant geringeren Kosten erweitert sich auch der Einsatzbereich, beispielsweise stellen VR-Brillen in der Fernlehre für Laborübungen eine sinnvolle Ergänzung dar.

Die Einbindung der VR-Brille zur bidirektionalen Interaktion mit einem smarten Energiesystem wurde plattformunabhängig mit frei zugänglicher Software realisiert. Die entwickelte AR-APP ermöglicht die Visualisierung von Messwerten mit handelsüblichen mobilen Endgeräten.

Zukünftig werden in die erstellten VR und AR Anwendungen weitere Geräte eingebunden und vermehrt in kooperativen Projekten sowie in der Lehre eingesetzt.

5. Referenzen

- [1] Zefferer, Schieder, Sumereder, Primas, Abdallah: Virtual Reality im Praxiseinsatz: EAS-Energielabor, Session Paper E6, Symposium Energieinnovation 2020 an der TU Graz
- [2] I-Greta: INTELLIGENT FIWARE-BASED GENERIC ENERGY STORAGE SERVICES FOR ENVIRONMENTALLY RESPONSIBLE COMMUNITIES AND CITIES,
<https://projekte.ffg.at/projekt/3789164>
- [3] www.oculus.com/quest-2/
- [4] <https://evon-smarthome.com/>
- [5] <https://evon-automation.com/xamcontrol/>
- [6] Schleupner L. (2016) Sichere Kommunikation im Umfeld von Industrie 4.0. In: Halang W., Unger H. (eds) Internet der Dinge. Informatik aktuell. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-53443-4_1
- [7] <https://unity.com/de>
- [8] BEYOND - Virtual Reality enabled energy services for smart energy systems
<https://projekte.ffg.at/projekt/4123870>
- [9] Orsolits, Lackner: Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion, Springer 2020, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-29009-2>
- [10] <https://www.labster.com/simulations/basic-electricity/>
- [11] C. Sumereder and L. Cristóvão et Al.: RETEM - CAPACITY BUILDING FOR RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES IN MOZAMBIQUE, ISEC 2022
- [12] OVE EN 50110-1 Betrieb von elektrischen Anlagen, Teil 1: Allgemeine Anforderungen (2014)