

Abschlussbericht IFA Projekt 5162

Augmented-Reality-Messwertaufnehmer für magnetische Felder (AURA)

Beschreibung des Projekts

Das Gefährdungspotenzial magnetischer Felder am Arbeitsplatz ist für Beschäftigte vergleichsweise schwierig zu erfassen, da die Felder nicht sichtbar sind. Abstandsregelungen zum Schutz der Beschäftigten, z. B. bei Personen mit Herzschrittmachern, können ohne klare Kennzeichnungen in der Praxis nicht immer problemlos umgesetzt werden. Eine Visualisierung der Felder könnte zu einem besseren Verständnis der Expositionssituation und somit zu mehr Sicherheit am Arbeitsplatz führen.

Die Erstellung von z. B. Skizzen erweist sich in der Praxis jedoch oft als aufwändig und ist aufgrund der zweidimensionalen Darstellung teilweise nicht leicht verständlich. Ziel des Projekts AURA (Augmented-Reality-Messwertaufnehmer für magnetische Felder) ist es daher, Messwerte magnetischer Flussdichten direkt mittels Augmented-Reality-Technologie im Videobild eines Smartphones am Messort darzustellen. Diese Darstellung soll automatisch während der Messung an einer Feldquelle erfolgen. Somit entsteht kein Mehraufwand für die Visualisierung. Bilder und Videos des Arbeitsplatzes mit Einblendungen der gemessenen Werte und den nötigen Sicherheitsabständen können den Beschäftigten nach der Messung zur Verfügung gestellt werden. So können diese die Expositionssituation leicht verständlich erfassen und einschätzen, wo sie sicher arbeiten können.

Im Rahmen des Projekts sollte eine bereits vorhandene prototypische Umsetzung der Kombination aus einem Magnetfeldmessgerät und einem Smartphone für die Augmented-Reality-Technologie getestet und weiterentwickelt werden. Dabei stand eine gute Benutzbarkeit des Systems und eine leicht verständliche Form der Darstellung im Fokus. Daran anschließend sollte das System sowohl unter kontrollierten Bedingungen als auch im Feldversuch evaluiert werden. Die Ergebnisse sollten möglichst national und international veröffentlicht werden.

Das Vorhaben wurde im Mai 2021 als IFA Projekt 5162 gestartet. Die Laufzeit betrug zwei Jahre.

Projektwebseite: <https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ifa5162.jsp>

Aufteilung des Projekts

Das Projekt kann in drei Teilbereiche untergliedert werden:

- Weiterentwicklung des Prototyps im Rahmen einer Masterarbeit
- Evaluation im Rahmen einer Onlinebefragung und im Feldversuch
- Veröffentlichung und Vorstellung der Ergebnisse

Die in den drei Teilbereichen durchgeführten Aktivitäten und deren Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst und erläutert. Für Details sei auf die jeweiligen Links, Veröffentlichungen und Arbeitsgruppen verwiesen.

Teilbereich „Weiterentwicklung des Prototyps im Rahmen einer Masterarbeit“

Vor Beginn des Projekts wurde im Rahmen eines Prototyps evaluiert, ob die Technologie wie gewünscht umsetzbar ist. Hierfür wurde ein Datenaustausch zwischen dem Magnetfeldmessgerät EFA-300 von der Firma NARDA und einem Samsung Galaxy S20+ Smartphone etabliert. Weiterhin wurde in Kooperation mit der Gruppe „Mechanische Entwicklung“ eine Halterung für Smartphone und Messgerät entworfen und mittels 3D Druck realisiert. Die Software für das Smartphone wurde mit Unity 3D programmiert, wobei das frei verfügbare Software Development Kit ARCore von Google eine zentrale Rolle einnimmt.

Nachdem die technische Machbarkeit verifiziert wurde, konnte mit Herrn Julian Simons von der Universität Koblenz ein Kandidat für eine Masterarbeit gewonnen werden. Herr Simons studierte in Koblenz Computervisualistik und wurde von Herrn Prof. Müller betreut. Die Masterarbeit begann im Juli 2021 und Herr Simons absolvierte sein Abschlusskolloquium erfolgreich am 27. Januar 2022. Hierbei ist besonders zu erwähnen, dass aufgrund der Pandemiesituation ein Großteil der Arbeiten im HomeOffice durchgeführt wurden. Die IFA Webseite mit einer Beschreibung zur Masterarbeit findet sich hier: [IFA Webseite zur Masterarbeit](#)

Herr Simons begann seine Arbeit damit, den Code des Prototyps auf ein moderneres Softwareframework zu übertragen. Dabei verbesserte er die Benutzeroberfläche und fügte neue Funktionalitäten hinzu. Darauffolgend entwickelte er Software, welche es ermöglicht die virtuelle Szene, die mit dem AURA System erstellt wurde, gleichzeitig mit einem zweiten Smartphone aus einer anderen Perspektive zu betrachten. Dabei kommt die online Echtzeit-Datenbank Google Firebase zum Einsatz.

Die gesamte Funktionalität des AURA Systems wird anschaulich in einem Video erläutert: [AURA Video zur Masterarbeit](#)

Teilbereich „Evaluation im Rahmen einer Onlinebefragung und im Feldversuch“

Im zweiten Teil seiner Masterarbeit führte Herr Simons eine Onlinebefragung zum AURA System durch. Dabei konnte er zeigen, dass mit AURA erstellte Bilder das Verständnis einer Expositionssituation verbessern können. Dies kann zu mehr Sicherheit am Arbeitsplatz

führen. Zum Beispiel zeigte die Umfrage, dass Befragte mit Zugang zu AURA-Bildern signifikant weniger Fehler bei sicherheitsrelevanten Fragen machten als Befragte, die nur einen klassischen Messbericht ohne AURA-Bilder zur Verfügung hatten. Für weitere Details verweisen wir auf die Veröffentlichungen.

Das AURA System wurde bei mehreren Messungen parallel zum klassischen Messverfahren eingesetzt. Hierbei konnten wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden, welche wiederum zu Optimierungen am System verwendet wurden. Es zeigte sich, dass die räumliche Präzision des Systems ausreichend genau ist, um für den Arbeitsschutz hilfreiche Ergebnisse zu liefern.

Unter anderem wurde mit AURA an Warensicherungssystemen und an einem Induktionsofen zur Metallschmelzung gemessen. Die gewonnenen Bilder stießen auf großes Interesse und halfen den Betreibern die Expositionssituation besser einzuschätzen. Außerdem wurden sie dem Messbericht hinzugefügt und ermöglichten so auch im Nachgang noch anschaulich und einfach über nötige Maßnahmen wie Sicherheitsabstände zu sprechen. Hierzu gab es positive Rückmeldung von der BGHW und eine Interessensbekundung das System auch in Zukunft gerne nutzen zu wollen.

Des Weiteren kommt das AURA System seit März 2022 regelmäßig bei Seminaren zu niederfrequenten elektromagnetischen Feldern der BG ETEM zum Einsatz. Es ermöglicht den Teilnehmern ein besseres Verständnis der Ausmaße der vorhandenen Magnetfelder und der benötigten Sicherheitsabstände. Vermehrt wurde bereits angefragt, ob man mit dem AURA System auch im eigenen Betrieb Bilder erstellen könnte, um das Bewusstsein für das Gefährdungspotential zu verbessern.

Teilbereich „Veröffentlichung und Vorstellung der Ergebnisse“

Das AURA System wurde in verschiedensten Formen vorgestellt und wurde durchweg positiv aufgenommen. Nachfolgend stellt eine Liste die Veröffentlichungen und Präsentationen zusammen:

- IFA Projektwebseite mit Video:
<https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ifa5162.jsp>
- Soyka, F.; Simons, J.: [Improving the Understanding of Low Frequency Magnetic Field Exposure with Augmented Reality](#) (2022) International Journal of Environmental Research and Public Health 19(17)
- Werner, C.; Soyka, F.: [Augmented Reality unterstützte Messung von Magnetfeldern](#) (2022) sicher ist sicher 73(11)
- PEROSH (Partnership for European Research in Occupational Safety and Health) Workshop – „VR/AR Innovations in OSH“ (2021)
- Livedemos bei IFA Fachgesprächen „Physikalische Einwirkungen“ und „Maschinensicherheit“ im November 2022
- IFA Fachvortrag im April 2023

Um das System und die Technologie allgemein zugänglich zu machen wäre eine Kommerzialisierung wünschenswert. Dies ist nicht Aufgabe des IFA und deshalb wurden Kontakte außerhalb gesucht. Das AURA System wurde den Messgeräteherstellern NARDA und Wavecontrol vorgestellt. Weiterhin gab es Bestrebungen der Firma HoloMetrix, die AURA Idee mittels einer HoloLens Datenbrille umzusetzen. Hierfür wurden Möglichkeiten einer Kooperation geprüft. Jedoch wurden diese Pläne aufgrund der angespannten wirtschaftlichen Lage nicht weiterverfolgt.

Fazit und Ausblick

Das AURA Projekt konnte erfolgreich umgesetzt werden und erhielt durchweg positive Rückmeldung. Die mittels des Systems gewonnen Bilder und Videos erhöhen das Verständnis für die Expositionssituation und ermöglichen auch im Nachgang zur Messung noch zielführende Besprechungen zu nötigen Sicherheitsmaßnahmen.

Das IFA konnte mit der Masterarbeit von Herrn Simons seinem Ausbildungsanspruch nachkommen und eine neue Verbindung zur Universität Koblenz knüpfen.

Die Ergebnisse wurden vielfältig kommuniziert und konnten unter anderem auch international in einer Fachzeitschrift mit Peer-Review veröffentlicht werden.

Die BGHW hat wiederholt Interesse an AURA bekundet und gegebenenfalls kann in einer gemeinsamen Kollaboration ein Folgeprojekt aufgesetzt werden. Dafür könnte ein moderneres Messgerät mit einer neuen Halterung ins System integriert werden, welches auch Messungen bei höheren Frequenzen als 32 kHz ermöglichen würde. Kleinere Verbesserungen in der Benutzeroberfläche zusammen mit einem Update des Softwareframeworks wären in diesem Rahmen auch sinnvoll.

Die gewonnen Erkenntnisse beim praktischen Einsatz von Augmented Reality (AR) Technologie führten zu weiteren Ideen. Zum Beispiel könnte man die Technologie nutzen, um mittels AR einen Messvorgang zu simulieren. Dies würde es ermöglichen nur mittels einer Smartphone App die im Vorfeld in einem Messpraktikum erlernten Kenntnisse im Nachgang noch individuell zu vertiefen. Oder, eine mittels AR Technologie erweiterte Kamera App für Aufsichtspersonen und Sicherheitsfachkräfte, welche es ermöglicht Warnhinweise direkt an Ort und Stelle in einem Bild einzufügen, um besser auf Gefährdungen hinweisen zu können.