

Augmented Reality und Wearables in lernintensiven Aus- und Weiterbildungen

# Helpende Geisterhände

RALF KLAMMA

Die großen Fortschritte in der Computertechnik vereinfachen nicht nur das Sammeln und Verarbeiten großer Datenmengen, sie ermöglichen auch neue Lehr-/Lernformen in der Bildung. Vor allem in der industriellen Aus- und Weiterbildung kann das Training mit Augmented-Reality-Technologie und Wearables große Vorteile bringen. Der Autor zeigt Anwendungsbeispiele solcher Technologien auf, die aus dem WEKIT-Forschungsprojekt stammen.

Die Schnittstellen zwischen Menschen und Maschinen bewegen sich weiter weg von den traditionellen kognitiven Werkzeugen, die den Übergang von Schreibmaschinen zu Denkmaschinen gestaltet haben. Der enorme Schub, der durch die Vernetzung von Menschen im Web den Übergang von der Gutenberg-Galaxis zur Turing-Galaxis ausgelöst hatte, wird weitergetragen durch eine zunehmende Veränderung der Realität durch die Virtualität. Menschen interagieren immer häufiger und in unterschiedlicher Weise mit Maschinen. In immer mehr Szenarien der Weiterbildung werden dabei die Möglichkeiten genutzt, mit neuen Hardware-Generationen die Interaktion in spezielle Mixed-Reality-Räume zu verlegen (Klamma, Ali & Koren, 2019).

Eine ungewöhnlich hohe Anzahl von Ausbildungs- und Berufsbildern wird zurzeit von der Digitalisierung der Arbeitswelt erfasst; daher werden neue Ziele und Methoden der Weiterqualifizierung dringend benötigt. Kaum eine Technologie hat das Potenzial zu solch tiefwirkenden Veränderungen in der Aus- und Weiterbildung wie Wearables. Zu den Wearables zähle ich alle am und im Körper getragenen Sensoren und Aktuatoren<sup>1</sup> wie e-Textilien, intelligente Armbänder und Uhren, Head-Mounted Displays und viele andere mehr. Im Verbund

mit Umgebungssensoren wie Kameras, Beacons<sup>2</sup> und anderen Geräten produzieren sie Unmengen an Daten, die auch den Learning Analytics zur Verfügung stehen. In den Bereichen der technisch anspruchsvollen und lernintensiven Aus- und Weiterbildung, also beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt oder im medizinischen Bereich, können die Vorteile dieser neuen Technologien besonders hilfreich sein.

## Das Projekt WEKIT

Das Projekt Wearable Experience for Knowledge Intensive Training (WEKIT), ein europäisches Horizon-2020-Projekt, hatte sich deshalb die Aufgabe gestellt, typische Trainingszenarien in der Industrie, vor allem im lernintensiven Bereich, durch tragbare Technologien zu unterstützen. Dabei haben wir uns von folgenden Annahmen und Beobachtungen leiten lassen:

1. Viele Aus- und Weiterbildungsszenarien betreffen nicht alleine kognitive Lernprozesse, sondern auch manuelle Prozesse sowie solche, die auf die Veränderung des menschlichen Verhaltens abzielen. Ein Beispiel für manuelle Prozesse

<sup>1</sup> Aktuatoren oder Aktoren sind Antriebselemente, die elektrische Signale und Strom in mechanische Bewegungen umwandeln.

<sup>2</sup> Beacons sind kleine Sender, mit denen bspw. ortsabhängig bestimmte Inhalte auf Wearables abgerufen werden können.

ist Montage von industriellen Erzeugnissen, wobei Verhaltensänderungen durch Sicherheits- oder Aufmerksamkeits-training erreicht werden können. Durch die Unterstützung mit Wearables werden in diesen Prozessen gleichzeitig große Mengen an Daten erhoben, die wiederum – in einer Art quantitativer digitaler Ethnografie – als wissenschaftliche Grundlage für die Erforschung und Weiterentwicklung der Weiterbildung genutzt werden können.



**ABB 1:** Trainingsszenarien im WEKIT-Projekt ©WEKIT und Mikhail Fominykh

2. Die Sammlung derartig großer Datenmengen macht die Automatisierung und Mechanisierung der Analyse notwendig. Methoden der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens, aber auch Methoden der hochskalierenden Datenverarbeitung (Big Data) halten damit Einzug in die Weiterbildung(sforschung).
3. Die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine verlagert sich von den flachen Bildschirmen hin zu taktilen oder auch immersiven Formen des Feedbacks in künstlich angelegten Räumen gemischter Realitäten, von der einfachen Augmentation mobiler Anwendungen auf dem Smartphone über Augmented-Reality-Lernarrangements bis hin zu voll immersiven Formen der virtuellen Realität.

## »Es geht um das Erlernen von Handlungen und Abläufen, die Expertenwissen voraussetzen.«

WEKIT adressierte drei Schlüsselszenarien der lernintensiven Aus- und Weiterbildung, die in Abbildung 1 gezeigt werden: Astronautentraining für planetare, lunare und orbitale Missionen, Training von Wartungspersonal für Flugzeuge und Hubschrauber im Einsatz für arktische Rettungsmissionen sowie das Training von Ärzten und medizinischem Personal im Umgang mit 4D-Ultraschalldiagnostikgeräten. Bei allen drei Beispielen geht es um das Erlernen von Handlungen und Abläufen, die Expertenwissen voraussetzen, eine hohe Präzision erfordern und wenig Fehlertoleranz erlauben. WEKIT verfolgte das Ziel, das notwendige Expertenwissen zu erfassen, den Transfer des Expertenwissens zu unterstützen, passende Lehr-/Lernszenarien zu entwickeln und dafür passende technologische Unterstützung anzubieten.

### Das WEKIT-Projekt und seine Ergebnisse

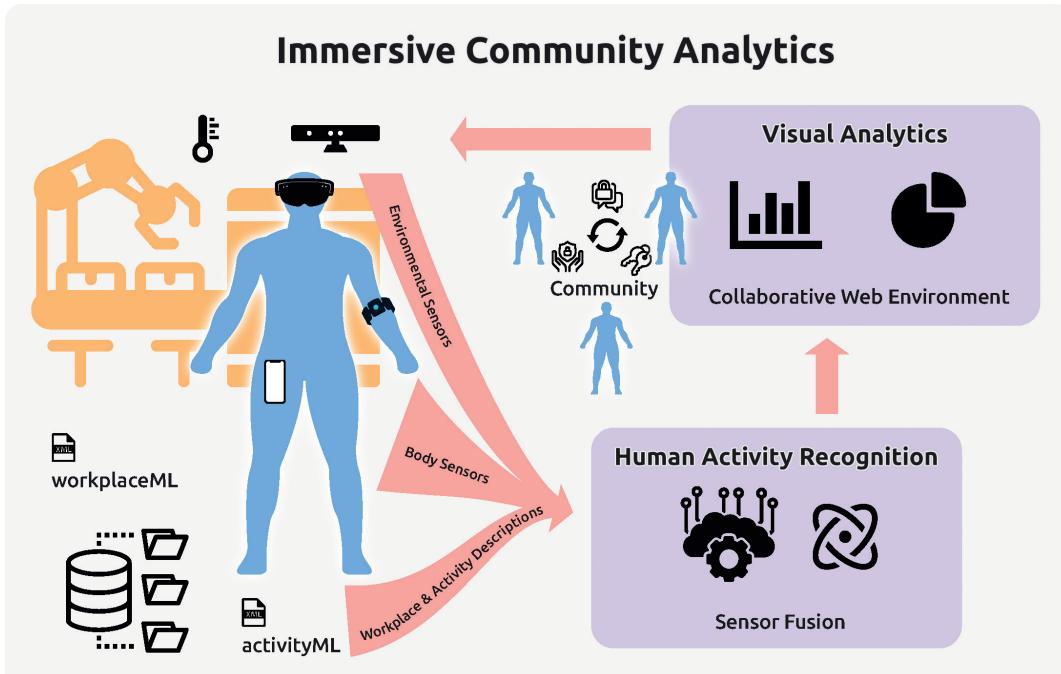
Das WEKIT-Projekt umfasste 12 Partner aus 7 Ländern und lief für 39 Monate von Ende 2015 bis Anfang 2019. Die Ergebnisse des Projekts sind in öffentlichen *Deliverables* dokumentiert, die auf der Webseite des Projekts (<http://wekit.eu>) heruntergeladen werden können. Eine weitere Webseite lädt Interessierte ein, Teil der WEKIT-Community (<https://wekit-community.org>) zu werden. Zudem werden die oben aufgezeigten Lösungen ausführlich beschrieben in Buchem, Klamma & Wild, 2019.

Die Ergebnisse des Projekts sind überdies in das Start-up WEKIT ECS (Experience Capturing Solutions) eingeflossen, das sich um die Verbreitung der Technologie und die Bereitstellung neuer Lösungen für die Weiterbildung in der Industrie kümmert.

Für die Standardisierungslösungen wurde eine Arbeitsgruppe des Learning Technologies Standards Committee beim Standardisierungsausschuss des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE-SA) eingerichtet und der ARLEM-Standardisierungsprozess angestoßen (Wild, 2016). ARLEM steht für *Augmented Reality Learning Experience Model*. ARLEM besteht aus standardisierten XML-Beschreibungen für Lernaufgaben (activityML) und Arbeitsplätzen (workplaceML). Ein entsprechender Editor ist Open Source und steht unter <https://github.com/rwth-acis/ARLEMPanel> zur Verfügung.

**ABB 2:** Immersive Community Analytics  
(Klamma, Ali & Koren, 2019, S. 164)

© Springer Nature Switzerland AG



Technologisch ist die WEKIT.ONE-Plattform (Limbu et al., 2019) das Hauptergebnis des Projekts. Die Plattform besteht aus einer selbstentwickelten Hardware-Komponente: eine als Weste getragene Reihe von Sensoren mit einem selbstentwickelten elektronischen Board, das mit einer Augmented-Reality-Brille (ms HoloLens) und weiteren Sensoren in mobilen Telefonen und Armbändern verbunden werden kann.

Die Plattform bietet unter anderem neuartige Möglichkeiten, Expertenwissen an die Lernenden in der direkten Trainingssituation weiterzugeben. Dazu wird die Hardware mit einem Rekorder und einem Player verbunden. Der Rekorder erlaubt das Erzeugen von Lernmaterialien durch das Aufzeichnen von bestimmten Prozeduren und Routinen, die von Experten durchgeführt werden. Diese Aufzeichnungen werden in einer Datenbank gespeichert und analysiert. Der Player erkennt dann später entweder automatisch oder durch Auswahl die Trainingssituation und unterstützt das Training durch eine Vielzahl von Augmentationen, also virtuellen Anreicherungen der physischen Umgebung, z. B. durch das Einspielen von Pfaden, die als virtuelle Leuchtpur auf dem Boden zur nächsten Station führen, durch »Ghosthands«, die Manipulationen an Geräten oder bestimmte Handlungen wie

das Durchschneiden eines Kabels andeuten. Diese Geisterhände können bei Bedarf auch live durch einen Experten in den Player eingespielt werden. Die augmentierte Realität erlaubt das unterstützte Fortführen der Handlungen – der Lernende muss beispielsweise seinen Blick nicht abwenden, um auf das Trainingsmaterial zu schauen. Der Experte wiederum hat, auch bei einer Live-Situation, das gleiche Blickfeld wie der Lernende, kann also genauere Hinweise geben, als wenn er – wie sonst üblich bei Trainingssituationen – danebenstehen würde.

Wo liegen die pädagogischen Innovationen des Projekts? Im Projekt wurde ein neues Trainingsmodell entwickelt, gerade für das Erlernen und Einüben komplexer Abläufe, die manuelle und kognitive Aufgaben umfassen. Unterstützungsinformationen, prozedurales Wissen und existierende Praxen werden damit feingranular erfasst, kategorisiert und der technischen Plattform zur Verfügung gestellt, die diese dann in Echtzeit oder als nachgeschaltetes Feedback an die Lernenden weitergeben kann.

Das Projekt hat sich weiterhin mit der Frage beschäftigt, wie diese komplexen Abläufe und die entsprechenden Kontextfaktoren standardisiert beschrieben, gespeichert und daher mit anderen Plattformen ausgetauscht werden können (s. Kasten).

## Ausblick

Abbildung 2 illustriert die weitergehenden Möglichkeiten, die der Einsatz der WEKIT-Plattform bietet. Auf der linken Seite sind die Lösungen für die Weiterbildungsszenarien dargestellt, die WEKIT bietet: Unterstützung der Lernprozesse durch Wearables bei Standardisierung der Lernaufgaben und der Arbeitsplätze. Auf der rechten Seite sind konzeptuell darüber hinaus gehende Möglichkeiten dargestellt, die sich für das Training und die Weiterbildung ergeben.

Durch die geschickte Fusionierung der Daten, die während des Weiterbildungsprozesses gesammelt werden, kann mittels des Einsatzes von künstlicher Intelligenz die Erkennung von menschlichen Aktivitäten (Human Activity Recognition), z. B. das Öffnen einer Abdeckung oder der Einsatz eines Schraubenziehers, genutzt werden, um auch in der Zusammenarbeit von verschiedenen Menschen mit oder ohne Maschinen visuelle Formen des Feedbacks in diese Mixed-Reality-Räume zu bringen. So können Training, Analyse und Intervention in der gleichen Umgebung erfolgen. Die durch die Sensoren anfallenden Daten können zugleich zur weiteren wissenschaftlichen Untersuchung von sich verändernden Praxen der Arbeitswelt genutzt werden – wissenschaftliche Begleitforschung, die durch die Nutzung der neuen technologischen Möglichkeiten methodisch auf der Höhe der Zeit ist.

»Es gilt, von trans-humanistischen Theorien Abstand zu nehmen, die Menschen als ›Mängelwesen‹ betrachten.«

Eines aber muss beachtet werden: Die neuen technologischen Möglichkeiten stellen bei allen Vorteilen auch eine potenzielle Gefahr dar. Auf einer übergeordneten Ebene gilt es, von trans-humanistischen Theorien Abstand zu nehmen, die Menschen als »Mängelwesen« betrachten und durch naiven Techno-Optimismus geprägte Visionen verbreiten. Auf der konkreten Umsetzungsebene darf nicht vergessen werden, dass die Umfrage an gesammelten Daten missbraucht werden kann. Besonders zu achten ist dementsprechend der Schutz von Privatheit sowie von Persönlichkeits- und Arbeitnehmerrechten. Die Sammlung von Daten und ihre Verarbeitung sollten immer transparent ablaufen.



Buchem, I., Klammer, R. & Wild, F. (2019). *Perspectives on Wearable Enhanced Learning (WELL). Current Trends, Research, and Practice*. Cham: Springer Nature Switzerland AG.

Klammer, R., Ali, R. & Koren, I. (2019). Immersive Community Analytics for Wearable Enhanced Learning. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Hrsg.), *Learning and Collaboration Technologies. Ubiquitous and Virtual Environments for Learning and Collaboration* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 11591 S. 162–174). Cham: Springer International Publishing.

Limbu, B., Vovk, A., Jarodzka, H., Klemke, R., Wild, F. & Specht, M. (2019): WEKIT.One: A Sensor-Based Augmented Reality System for Experience Capture and Re-enactment. In: M. Scheffel, J. Broisin, V. Pammer-Schindler, A. Ioannou & J. Schneider (Hrsg.), *Transforming Learning with Meaningful Technologies* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 11722, S. 158–171). Cham: Springer International Publishing.

Wild, F. (2016). The Future of Learning at the Workplace Is Augmented Reality. *Computer* 49 (10), 96–98. DOI: 10.1109/MC.2016.301.



PD DR. RALF KLAMMA

ist Akademischer Oberrat am Lehrstuhl für Informatik 5 (Informationssysteme und Datenbanken) der RWTH Aachen.

klamma@dbis.rwth-aachen.de