

# IT-Unterstützung im praktischen Ausbildungsbetrieb der Feuerwehr

Björn Senft<sup>1</sup>, Christian Sudbrock<sup>2</sup>, Holger Fischer<sup>1</sup>

s-lab - Software Quality Lab, Universität Paderborn<sup>1</sup>  
Institut für Informatik, Universität Paderborn<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

IT-Unterstützung im Bereich des praktischen Ausbildungsbetriebs der Feuerwehr ist bisher weitgehend unerforscht. Um neue Herausforderungen im Feuerwehrwesen angehen zu können, bedarf es unter anderem einer Qualitätssteigerung in diesem Bereich. Daher wurde ein Konzept für eine Durchführung einer Feuerwehrrübung entwickelt und wird in dieser Arbeit als rudimentärer Demonstrator vorgestellt. Mit diesem ist es möglich eine Online-Rauchgassimulation für eine vorher definierte Raumgröße durchzuführen und die Ergebnisse aus dieser in Echtzeit für eine Augmented Reality Visualisierung eben dieser Simulation, unter Beachtung einer Tiefenkamera, zu verwenden. Zudem können die Laufwege der Einsatzkräfte mithilfe einer Triangulierung der W-LAN Netzabdeckung aufgezeichnet werden. Dieser Demonstrator wurde im Wesentlichen als Anschauungsobjekt entwickelt, um mit diesem belastbarere Aussagen zum Einsatz neuer IT-Unterstützung im praktischen Ausbildungsbetrieb der Feuerwehr zu erhalten.

## 1 Einleitung

Einsatzkräfte der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), u.a. der Feuerwehr, müssen vor allem im Bereich der freiwilligen Einsatzkräfte, neue Herausforderungen bestreiten. So stehen diese in Konkurrenz zu steigenden Freizeitangeboten (Reinhardt, 2012), wodurch immer weniger Menschen Zeit für die Mitarbeit in einer BOS finden. Zudem steigen die Anforderungen an Wissen und Fähigkeiten der Einsatzkräfte aufgrund von technischen Neuerungen, Erkenntnissen und zusätzlichen Aufgaben. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, bedarf es u. a. einer höheren Qualität in der Ausbildung. In einer möglichen IT-Unterstützung im Ausbildungsbetrieb der freiwilligen Feuerwehr sehen die Autoren das hierfür notwendige Potential. Daher wird in dieser Arbeit zum einen eine Vorgehensweise vorgestellt, um eine solche Unterstützung mit einer hohen Nutzerakzeptanz zu identifizieren und teilweise zu realisieren. Zum anderen wird ein Konzept für eine IT-Unterstützung in Form eines Demonstrators als Teil dieser Vorgehensweise vorgestellt.

## 2 Verwandte Arbeiten

Im Kontext des Feuerwehrwesens existieren im Bereich der Ausbildung von Führungskräften und im Bereich der Unterstützung von Einsatzkräften im Einsatzfall bereits diverse wissenschaftliche Arbeiten und auch kommerzielle Systeme. Für die Führungskräfte ist beispielsweise die „Virtual Reality Trainingssoftware XVR“<sup>1</sup> zu nennen. Mit XVR können Führungskräfte die Erkundung und Befehlsgebung an einer Einsatzstelle üben. Im Bereich der Einsatzunterstützung lassen sich Ansätze, wie u.a. von Klann & Geissler (2012), anführen, die ein Navigationssystem für Feuerwehrangehörige vorstellen und dabei auf eine Karteneinblendung im Sichtfeld setzen. Der in dieser Arbeit betrachtete Bereich der IT-Unterstützung für den praktischen Ausbildungsbetrieb ist jedoch bisher weitgehend unerforscht (Marterer & Koch, 2013). Dieser Bereich zeichnet sich vor allem durch die hohe Anzahl manueller Tätigkeiten und taktischer Vorgehensweisen aus. Diese Punkte müssen in der Feuerwehr vor allem durch freiwillige Feuerwehrleute und Anfänger intensiv geübt werden, damit im Einsatzfall ein sicherer Umgang mit den Geräten, sowie ein überlegtes Vorgehen gewährleistet ist. Berufsfeuerwehrleute können dies durch ihre Routine kompensieren.

## 3 Rauchsimulation mittels Augmented Reality (AR)

Im Folgenden wird das Vorgehen vorgestellt mit dem IT-Unterstützungsmöglichkeiten mit einer hohen Nutzerakzeptanz identifiziert wurden. Diese mündeten wiederum in das Konzept einer Rauchsimulation mittels AR für den praktischen Übungsbetrieb. Dieses Konzept wird in Form eines rudimentären Demonstrators vorgestellt, bevor die Ergebnisse einer ersten Evaluation präsentiert werden.

### 3.1 Vorgehensweise

Im Kontext des praktischen Ausbildungsbetriebs der Feuerwehr wurde seitens der Autoren eine Dokumenten- sowie Kontextanalyse, inklusive Nutzerbeobachtung und Experteninterviews mit Ausbildungsverantwortlichen von Berufs- und freiwilligen Feuerwehren, durchgeführt, um so mögliche Ansatzpunkte für eine IT-Unterstützung zu identifizieren. Hierbei erhielten die Autoren Einblicke und Aussagen zum Ausbildungsbetrieb in der Feuerwehr, der Motivation der Einsatzkräfte und zu Optimierungspotentialen. Das Ergebnis der Kontextanalyse war allerdings die Erkenntnis, dass ein Diskurs über den Einsatz technischer Hilfsmittel, um genannte Optimierungspotentiale auszunutzen, eine Herausforderung darstellt, die in einem Gespräch nicht ohne weiteres bewältigt werden kann. Hierfür fehlte es zum Teil an einer gemeinsamen Wissensbasis, sei es aus technischer oder aus Domänen-Sicht. Dies hat bereits in der Vergangenheit zu Problemen bei der Entwicklung technischer Lösungen geführt (Ad-Hoc Arbeitskreis, 2011), weshalb im Sinne der Theorie der Diffusion

---

<sup>1</sup> <http://www.e-semble.com>

von Innovationen (Rogers, 2003), ein Demonstrator entwickelt wurde, der technische Lösungen für einige der identifizierten Optimierungspotentiale beobachtbar und erprobbar werden lässt. Damit sollen die Gesprächspartner Vor- und Nachteile, sowie Herausforderungen besser einschätzen können. Da die technischen Lösungen von den Gesprächspartnern im Gesamtkontext betrachtet werden sollen, wurden diese in die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung einer Brandschutzübung eingebettet. Für eine vollständige Einteilung in einzelne Phasen einer Einsatzübung fehlt nach Marterer & Koch (2013) die Phase Protokollierung, die vom System allerdings automatisiert in Form der Positionsdatenaufzeichnung durchgeführt wird.

### 3.2 Demonstrator

Aufgegriffen werden im Demonstrator sowohl der am häufigsten genannte Aspekt nach einer (teil-)automatisierten Aufzeichnung und Auswertung von Übungen sowie als weiterer Aspekt der Realismus bei Übungen. Diese Aspekte werden mithilfe einer mobilen AR Anwendung realisiert, die eine Verrauchung eines Raumes simuliert. Das für AR notwendige Tracking, wird verwendet, um eine Laufwegeaufzeichnung anzubieten. Die Notwendigkeit für eine Aufzeichnung liegt in dem derzeit hohen Zeit- und Personalaufwand für eine ausführliche Dokumentation und Auswertung einer Übung begründet. Hierbei kann eine Laufwegeaufzeichnung bei einer Nachbesprechung helfen, Kritik nachvollziehbarer zu gestalten und die Qualität der Ausbildung und Vorgehensweise zu verbessern. Realismus wurde von den Gesprächspartnern als eine entscheidende Einflussgröße für die Motivation der Teilnehmer und wichtiger Bestandteil der Ausbildung genannt, um im Einsatzfall ein routiniertes Vorgehen gewährleisten zu können. Für einen mobilen Einsatz ist es unter anderem wichtig, dass die Anwendung nicht nur durch klassische Eingabegeräte, wie Maus und Tastatur, benutzt werden kann, sondern auch über alternative Eingabeformen, bspw. Touch oder Gesten. *Modern Design*<sup>2</sup> eignet sich hierfür sehr gut, da es für den Einsatz verschiedener Eingabegeräte optimiert ist und so nur eine Benutzungsoberfläche für die verschiedenen Eingabegeräte entwickelt werden muss.

Für ein funktionierendes System muss ein Tracking eingerichtet und festgelegt werden welcher Raum verraucht werden soll. Für das Tracking wird eine Adaption von WifiCompass<sup>3</sup> verwendet und durch die Rotationsdaten, die ein Android-basiertes Smartphone bereitstellt, ergänzt. Ein mit wenig Aufwand einzurichtendes Tracking ist wichtig, um den Zeitaufwand und das notwendige Wissen nicht unnötig zu erhöhen. Dieses System hat sich allerdings ohne weitere Optimierung als unbrauchbar für das anvisierte AR erwiesen, weshalb aktuell vom Demonstrator keine Bewegung im virtuellen Raum unterstützt wird. Für eine Laufwegeaufzeichnung ist das Tracking allerdings ausreichend. Eingerichtet wird es über eine Karte, auf der ein Gebäudeplan der jeweiligen Etage eingeblendet wird. Auf der Karte können APs mit Netzwerkname und MAC-Adresse erstellt und durch ziehen per Maus oder Touch auf die gewünschte Position verschoben werden. Dieselbe Karte bzw. derselbe

---

<sup>2</sup> <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/hh781237.aspx>

<sup>3</sup> <https://code.google.com/p/wificompass/>

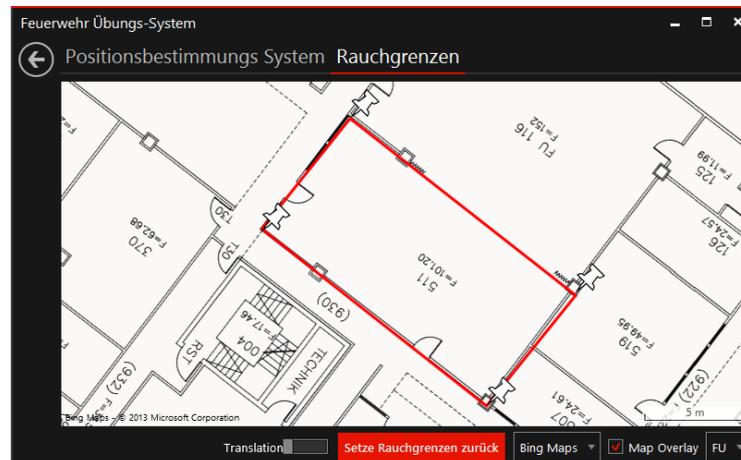


Abbildung 1: Einzeichnung der Rauchgrenzen

Gebäudeplan wird ebenfalls für die Einzeichnung der Rauchgrenzen verwendet. Auf dieser kann ein rotes Rechteck, das die Rauchgrenze darstellt, über ziehen der Stecknadeln in der Größe und Ausrichtung angepasst werden (siehe Abbildung). Diese Ansicht wird, ergänzt durch eine Pfadinblendung, für die Nachbesprechung der Übung verwendet.

Für die AR Visualisierung wurde eine Halterung gebaut, die ein Tablet als Monitor aufnehmen kann und auf der Rückseite eine Microsoft Kinect als Tiefenkamera fest montiert hat (siehe Abbildung, unten). Diese wird über ein Kabel mit einem Notebook verbunden auf denen sämtliche Berechnungen durchgeführt werden. AR wird in diesem Demonstrator als Video-See-Through Lösung implementiert. Hierfür wird eine Online-Rauchgassimulation mithilfe der *Fluid Dynamics Library*<sup>4</sup> auf den in der Vorbereitung angegebenen Raumgröße durchgeführt. Diese liefert als Ergebnis Dichte-Werte, die mit einem Raycasting Verfahren visualisiert werden (je dichter, umso dunkler die Darstellung). Diese Visualisierung wird auf das Farbbild der Kinect gelegt, wobei die Transparenz der einzelnen Pixel in Abhängigkeit des Tiefenbilds eingestellt werden. Somit werden nahe Objekte nicht oder nicht vollständig verdeckt und ein realitätsnaher Effekt erzielt (siehe Abbildung, oben).

## 4 Evaluation und Ergebnisse

Wie bereits anfangs erwähnt, fokussiert die Evaluation, die drei Phasen Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung. Dabei wird weniger der Zweck konkrete Usability Probleme aufzufinden betrachtet. Vielmehr sollen die Techniken für die Teilnehmer in einem konkreten Szenario begreifbar und erprobbar gemacht werden. Dadurch sollen belastbare Aussagen zu einer möglichen IT-Unterstützung erfasst werden. Daher wurde die Halterung

<sup>4</sup> <http://www.fluidlib.org/html/>



Abbildung 2: Augmented Reality (AR) + Video-See-Through Halterung

hierfür um ein Tuch ergänzt (siehe Abbildung, links), um den Fokus der Versuchsteilnehmer stärker auf das Display des Demonstrators zu lenken und so eine höhere Immersion zu erreichen. Zudem wurde den Teilnehmern nach dem AR-Teil (Durchführung) eine Skizze gezeigt, wie eine Hardware-Integration in eine Übungsuniform der Feuerwehr in Zukunft aussehen könnte. Hierdurch wurde die Tatsache, dass der Demonstrator (siehe Abbildung) nicht für einen Produktiveinsatz gedacht ist, hervorgehoben. Das durchgängige Szenario für die Evaluation war ein Zimmerbrand mit einer vermissten Person. Die insgesamt fünf Teilnehmer, die teilweise auch bei den Experteninterviews teilgenommen haben, sollten im ersten Teil eine solche Übung mit dem Demonstrator vorbereiten. Im zweiten Teil sollte die AR Verrauchung ausprobiert und kennen gelernt werden, und schlussendlich die Visualisierung der Laufwegeaufzeichnung zur Nachbesprechung verwendet werden. Der Zeitaufwand für die Vorbereitung wurde von vier von fünf Teilnehmern als gering bis sehr gering im Vergleich zu einer realen Übung eingeschätzt. Einschränkend muss hier erwähnt werden, dass die Teilnehmer nur vier APs einzeichnen mussten und diese physisch bereits platziert waren. Interessanter sind allerdings die Aussagen zu den Einsatzmöglichkeiten. Während bei den Experteninterviews nur einer der vier Gesprächspartner Vorteile in der Technik AR sah und die anderen Kosten oder simplere Methoden wie das Abkleben der Atemschutzmaske anführten, sah das Bild nach der Evaluation anders aus. Die Teilnehmer waren der Technik gegenüber positiver eingestellt und haben weitere Einsatzmöglichkeiten angemerkt. Dies fängt an bei Konzepten für das normale Einsatzgeschehen, wie in der Design Studie *Future of Firefighting*<sup>5</sup> illustriert, bis zu Vorschlägen für eine realistischere Übungssituation. Hier wurde vor allem der Effekt der Schichtenbildung des Rauches bei einem Zimmerbrand (Beneke et al., 2012) erwähnt. Außerdem wurde eine stärkere Einbeziehung der anderen Sinne, vor allem des Hör- und Tastsinnes, für eine bestmögliche Realitätsnähe gewünscht. Vorteile werden im geringen Vorbereitungsaufwand, der fehlenden Abhängigkeiten von der Örtlichkeit und der Möglichkeit eine Übung sofort zu unterbrechen, gesehen. Als Nachteil

<sup>5</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=QBAnr2gQTH0>

wird u. a. das fehlende Wärmeempfinden aufgeführt. Die Laufwegeaufzeichnung wurde als Vorteilhaft für eine detaillierte Nachbesprechung und die Nachvollziehbarkeit angesehen. Kritisch wurde hierbei der mögliche Leistungsdruck gesehen, ebenso wie die Notwendigkeit einer Stromversorgung.

## 5 Diskussion und Ausblick

In dieser Arbeit wurde eine Vorgehensweise vorgestellt, um im Bereich der Feuerwehr als auch der BOS Forschung unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz durchzuführen. Ein essentieller Teil ist hierbei ein Demonstrator, der auf einem rudimentären Konzept für eine Brandschutzübung beruht. Dadurch sollen vor allem innovative Techniken für die Gesprächspartner beobachtbar und erprobbar werden. Daher ist das Konzept nur so fein ausgearbeitet wie es für das Verständnis der Gesprächspartner notwendig ist. In einer Evaluation mit dem Demonstrator hat sich gezeigt, dass mit diesem mehr Anregungen zur Einsatzfähigkeit von Augmented Reality abgegeben wurden als in den vorangegangenen Experteninterviews. Daher scheint dieser für eine Bedarfsanalyse für Forschungsgegenstände unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der BOS vorteilhaft zu sein. Allerdings muss dieses in weiteren Arbeiten genauer evaluiert werden. Zudem hat sich das Konzept einer Brandübung mithilfe von Augmented Reality bei den Teilnehmern als interessant herausgestellt, weshalb dieser Ansatz definitiv weiterverfolgt werden sollte.

### Literaturverzeichnis

- Ad-hoc Arbeitskreis "Forschung" der Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren NRW (2011). *Forschungsbedarfe der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)*. In *Unterlagen zum Feuerwehrhochschultag 2012*. Dortmund: Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie.
- Beneke, N. et al. (2012). *Das Feuerwehr-Lehrbuch: Grundlagen, Technik, Einsatz*. 2. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Frohlich, D., M., Sarvas, R. (2011). HCI and innovation. In *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems – CHI EA '11*. New York: ACM Press, S. 713ff.
- Klann, M., Geissler, M. (2012). Experience Prototyping: A New Approach to Designing Firefighter Navigation Support. In *IEEE Pervasive Computing 11(4)*. S. 68-77.
- Marterer, R., Koch, R. (2013). Möglichkeiten der IT-Unterstützung für die Planung Steuerung, Protokollierung und Auswertung von Einsatzübungen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. In *Tagungsband der Jahresfachtagung zur Förderung des deutschen Brandschutzes (vfdb)*, Weimar.
- Norman, D. A. (2010). Technology first, needs last: the research-product gulf. *Interactions of the ACM*, 17(2), 38-42.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. 5. Auflage. New York: FREE PRESS.
- Reinhardt, U. (2012). *Freizeit-Monitor 2012*. Hamburg: Stiftung für Zukunftsfragen.