

Matthias Betz, Tobias Dyrks, Volker Wulf

# Emergency Messenger als Kommunikationskonzept für Notfallarbeit

## EmergencyMessenger as a Communication Concept for Emergency Response Work

Feuerwehr\_Kommunikation\_Koordination\_Innenangriff\_Atenschutz\_Einsatzstellenfunk\_Textnachrichten\_Angriffstrupp\_Groupenführung\_Hilfsfristen\_Kritischer Wohnungsbrand

**Zusammenfassung.** Das Auffinden und Retten von vermissten oder verletzten Personen und die Brandbekämpfung im Innenangriff stellt eine zentrale Herausforderung für Feuerwehreinsetzungskräfte dar. Um die Sicherheit der Trupps im Innenangriff zu gewährleisten, ist das Beobachten und Nachhalten der Aktivitäten solcher Trupps durch die übergeordnete Führungsebene von zentraler Bedeutung. Feuerwehrleute in Deutschland nutzen Sprechfunkgeräte, um einen verbalen Kommunikationskanal zu den übergeordneten und verantwortlichen Führungskräften zu etablieren. Basierend auf den Ergebnissen ethnografischer Studien in Kooperation mit verschiedenen deutschen Feuerwehren über einen Zeitraum von fünf Jahren wurden die Vor- und Nachteile der etablierten Kommunikationstaktiken und -techniken eingehend analysiert. Im Zuge der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Forschungsprojekt „Koordinator“ wurde ein komplementäres textbasiertes Meldesystem konzipiert, gestaltet und evaluiert, um die anstrengende, gefährliche und zeitkritische Arbeit von Atemschutztrupps im Innenangriff zu unterstützen. Dazu wurden gemeinsam mit einer Arbeitsgruppe von Feuerwehrleuten in insgesamt 13 Einsatzübungen durchgeführt. Dies umfasst die Vorbereitung, Durchführung und Evaluation der Einsatzerfahrungen in Form gemeinsamer Gruppenarbeit.

**Summary.** Finding and rescuing missing or injured people or fighting fire inside burning buildings is a central challenge for fire brigades. To ensure the safety of indoors attacking fire-fighting units monitoring their operations is crucial. As in most countries firefighters in Germany utilize radio sets to establish voice communication between operating units and the superordinated leading structures. Based on findings from a long term ethnographic study in cooperation with different German fire brigades over a time span of more than 5 years we analyzed the advantages and disadvantages of the established voice over radio communication tactics and techniques. We designed and evaluated a complementary text based communication device the EmergencyMessenger to support the time critical work of indoor attacking troops working under harsh conditions with Self-Contained-Breathing-Apparatus (SCBA). We conducted 13 full scale training missions including extensive debriefings to design and evaluate the communication concept and the corresponding device.

### 1. Einleitung

Kooperative Arbeitsprozesse zwischen Menschen in lebensgefährlichen Umweltbedingungen empirisch zu studieren, praxisrelevante Problembedarfe zu identifizieren und Verbesserungspotenziale von innovativer Technikunterstützung praktisch zu evaluieren, dessen widmet sich dieser Artikel am Fall der Notfallarbeit von Feuerwehrtrupps bei

ihrer Arbeit an vorderster Front. So ist die Brandbekämpfung im Inneren eines Gebäudes durch den sogenannten „Innenangriff“ ein zentrales Konzept moderner Feuerwehreinsetzungstaktik. In enger Kooperation zwischen den Einsatzkräften sind unbekannte Gebäude unter gefährlichen Umweltbedingungen und hoher psychischer und physischer Belastung nach Personen und Gefahrenquellen zu erkunden. Dieser Artikel berichtet von eigenen Forschungsarbeiten, die im Rahmen des Forschungsverbundes

„Koordinator“, einem Projekt gefördert im Sicherheitsforschungsprogramm der Bundesregierung, durchgeführt wurden.

Eine lebenswichtige Verbesserung von Feuerwehrearbeit beginnt im Fall der Unterstützung von Feuerwehrtrupps zur Rettung von Menschen tatsächlich schon ab einer Minute des schnelleren Auffindens einer im Brandrauch liegenden Person: Nach dem Zeitpunkt des Brandausbruchs liegt die sog. Erträglichkeitsgrenze für einen Menschen im Brandrauch bei 13 Minuten, die Reani-

mationsgrenze bei 17 Minuten. Nach Verstreichen dieser ungefähren Zeitspannen kann davon ausgegangen werden, dass bei späterer Rettung von Menschen aus den Gefahrenbereich mit tödlichen Vergiftungen durch eingeatmete Brandgase zu rechnen ist. Eingerechnet in diese Zeitspannen ist jedoch nicht nur der Zeitbedarf für die Erkundung, das Finden und die Evakuierung vermisster Personen, sondern auch ein Zeitbedarf für die Abwicklung der vollständigen Rettungskette von Meldung des Vorfalles bei der Rettungsleitstelle, der Alarmierung der Einsatzkräfte und dem Eintreffen am Einsatzort. Dies ist der Hintergrund für die Beurteilung von Verbesserungspotenzialen für informationstechnische Artefakte für die Feuerwehr, vor dem im Folgenden die eigenen Forschungsarbeiten mit Angehörigen der Feuerwehr vorgestellt und diskutiert werden.

Mit Praxisexperten der Feuerwehrrarbeit, konkret mit Angehörigen der Berufsfeuerwehr Köln, den freiwilligen Feuerwehren Telgte und Münster und Dozenten der zentralen Ausbildungseinrichtung Institut der Feuerwehr NRW (IdF NRW), haben wir ein textbasiertes Kommunikationskonzept gemeinsam erarbeitet, technisch implementiert und untersucht, ob einsatzkritische Verbesserungen durch veränderte Kommunikationspraktiken erzielt werden können. Von besonderem Interesse für die Forschungsarbeiten ist es gewesen, wie Atemschutztrupps als kleinste organisatorische Einheit, bestehend aus zwei bis drei Feuerwehrleuten, kommunizieren und kooperieren mit ihren unmittelbar übergeordneten Führungskräften, den sog. Gruppenführern. Letzteren können bis zu drei Trupps unterstellt sein.

Ein Gruppenführer steht vor der Herausforderung als Einsatzkraft außerhalb des Gefahrenbereichs schnell ein zutreffendes Lagebild aufzubauen, ohne jedoch selber die Lage im Gebäude mit eigenen Augen beurteilen zu können. Ihm unterstellte Atemschutztrupps gehen zur Lageerkundung in den Gefahrenbereich vor. Dabei steht der Gruppenführer in der Verantwortung, die Gefahrenlage und die Gefährdung der Atemschutztrupps kontinuierlich abzuwägen insbesondere mit Maßnahmen zur Menschenrettung. In der Praxis

zeigt sich dabei ein Kommunikationsdilemma: Einerseits müsste ein Gruppenführer nahezu fortlaufend mit den ihm unterstellten Trupps über Sprechfunk kommunizieren, wollte er Ungewissheiten über die Gefahrenlage vor Ort möglichst gering halten und sich der Unversehrtheit der eigenen Kräfte zu versichern. Andererseits gehen mit der Verwendung handelsüblicher Kommunikationstechnik, speziell Sprechfunk, relativ zum umschriebenen Zeitraster auf eine erfolgreiche Rettung erhebliche Verzögerungen und Unterbrechungen einher: Wie Interviews ergeben haben, sind Verzögerungen zwischen 15 Sekunden bis zu einer Minute zu erwarten. Geht eine Anfrage über Sprechfunk beim Truppführer vom ihm überstellten Gruppenführer ein, muss der Truppführer zunächst seinen ihm unterstellten Truppmann über die (dringliche) Anfrage aufmerksam machen, die eigene Atmung kurz anhalten, um Störgeräusche zu reduzieren, den Kommunikationsvorgang durch erstmaliges Sprechen bestätigen. Dies alles geschieht unter Umweltbedingungen wie z. B. schlechter Sicht, großen physischen und psychischen Belastungen und eingeschränkter Verständlichkeit aufgrund der Atemschutzmaske. Aufgrund häufig schwerer Verständlichkeit und anderer Störungen müssen mündliche Aussagen wiederholt werden, was den Kommunikationsvorgang verlängert und das dringliche Vorgehen des Trupps weiter verzögert. In Kenntnis dieser Aufwände werden erfahrene Gruppenführer so wenig wie möglich kommunizieren, auch wenn nach jeder Beendigung eines Sprechaktes die Ungewissheit über die Sicherheitslage wieder von neuem zunimmt. Diese Ungewissheit nicht immer verringern zu können, erzeugt weiteren Stress. Die Schilderung der Untersuchungen, ob der neue textbasierte Kommunikationsansatz grundsätzlich praxisrelevante Verbesserungen herbeiführen kann, ist Gegenstand dieses Artikels.

Die Struktur dieses Artikels ist wie folgt: Zunächst wird im folgenden Abschnitt der Stand der Arbeiten zum Forschungsgegenstand der Unterstützung kooperativer Arbeitsprozesse von vergleichbaren Kontexten skizziert, bevor

im dritten Abschnitt das Forschungsdesign erläutert wird. Weitere Details der Domänenanalyse in Abschnitt vier unterfüttern die Gestaltung und Evaluation eines technischen Prototyps im fünften Abschnitt, der in Einsatzübungen praktisch erprobt wurde. Ein knappes Resümee im sechsten Abschnitt bildet den Schluss.

## 2. Stand der Forschung

Die Beschreibung und Analyse von Koordinations- und Kommunikationspraktiken von Arbeitsteilung in unterschiedlichen Domänen hat eine lange wissenschaftliche Tradition in den Sozialwissenschaften, aber insbesondere auch in den interdisziplinären Forschungsbereichen der Human Computer Interaction (HCI) und der Computer Supported Cooperative Work (CSCW), vgl. beispielsweise (Blomberg und Karasti 2013; Gross 2013). Durch die Fokussierung auf computerunterstützte Gruppenarbeit am Arbeitsplatz existiert eine Vielzahl von Forschungen über die Arbeit an mehr oder weniger "stationären" Computerarbeitsplätzen wie Büros oder an Leitständen. Durch den Paradigmenwechsel hin zu einem mobilen und ubiquitären Einsatz von verteilten und vernetzten Computersystemen rücken deren Möglichkeiten für die Unterstützung von vielen weiteren Anwendungsdomänen in den Fokus der Erforschung und Gestaltung von interaktiven Systemen zur Unterstützung von kooperativer Arbeit (Weiser 1991; Monares u. a. 2011; Landgren und Nulden 2007). Die Nutzung und die Nützlichkeit mobiler und eingebetteter Systeme in Domänen mit besonderen Bedürfnissen und Einschränkungen, wie die der zivilen Gefahrenabwehr, rückten in den vergangenen Jahren in den Fokus der Erforschung und Gestaltung im Bereich HCI und CSCW. Dabei fordern die Spezifika dieser Domäne etablierte Konzepte wie beispielsweise die Awareness-, Koordinations- und Kommunikationsunterstützung heraus und machen so eine kritische Neubewertung existierender Ansätze erforderlich.

Nichtsdestotrotz konzentriert sich ein großer Teil der Forschungen entweder

auf die Führungsarbeit von größeren Verbänden im Rahmen von Großschadenslagen oder die organisationsübergreifende Koordinations- und Kommunikationsarbeit durch entsprechende Instanzen wie Leitstellen oder Krisenstäbe, vgl. beispielsweise (Ley u. a. 2012; Ludwig, Reuter und Pipek 2013). Dies ist zum einen auf die entsprechende Schwerpunktsetzung der Bewältigung von Großschadenslagen geschuldet. Zum anderen spielt nach unseren Einschätzungen jedoch der analytisch methodisch schwierig zu gestaltenden Zugang zu dem Feld der operativen Kräfte am Einsatzort eine zentrale Rolle. Verfügbare mobile Endgeräte dringen zwar langsam bis zu den Instanzen der Einsatzleitung vor Ort vor (Landgren und Nulden 2007), sind jedoch aufgrund ihrer Beschaffenheit nicht für den Einsatz "an vorderster Front", wie beispielsweise im feuerwehrtaktischen Innenangriff unter Atemschutz, geeignet. Die Dokumentation und Analyse der Praxis operativer Einsatzkräfte ist bezogen auf reale Einsätze schon aufgrund der gegebenen Gefahren nicht möglich und muss daher auf die Beobachtung und Dokumentation von Einsatzübungen beschränkt werden (Toups und Kerne 2007).

Nur wenige Forschungsarbeiten beschäftigen sich daher explizit mit der Arbeit operativer Kräfte der Feuerwehren vor Ort. So untersuchen beispielsweise (Denef u. a. 2008; Ramirez, Denef und Dyrks 2009; Ramirez u. a. 2007; Dyrks, Denef und Ramirez 2008) Navigationspraktiken von Feuerwehrleuten im Innenangriff durch die Bereitstellung von Ethnografien, Design-Methoden, und Werkzeugen zur Unterstützung der kooperativen Arbeit von Feuerwehrleuten im Atemschutzbereich, jedoch mit einem Fokus auf Orientierung und Navigation in unbekanntem und stark verrauchten Gebäuden. Arbeiten aus dem Forschungsbereich des Ubiquitous Computing beschränken sich auf architektonische Beiträge zur Unterstützung der Anwendungsentwicklung für die adressierte Domäne (Jiang u. a. 2004), liefern jedoch keine tieferen Einblicke in existierende Taktiken und Praktiken. Anwendungen dienen häufig lediglich der konzeptionellen Überprüfung der jeweiligen Architekturen und werden nicht auf ihre

konkrete Nützlichkeit im adressierten Anwendungskontext hin evaluiert.

### 3. Design des Forschungs- und Entwicklungsprozesses

Die möglichen Verbesserungspotenziale des neuen textbasierten Kommunikationsansatzes sollten möglichst nah an Erfahrungen aus der Einsatzpraxis reflektiert werden. Eine 12-köpfigen Arbeitsgruppe von Angehörigen aus freiwilliger und Berufsfeuerwehr Münster, Telgte bzw. Köln und Dozenten des Institut der Feuerwehr NRW in Münster (IdF NRW) wurde zu Beginn der Forschungsarbeiten gegründet und in die Forschungsarbeiten eingebunden. Spezielle Trainingsanlagen am IdF NRW ermöglichten realitätsnahe Einsatzübungen durchzuführen, um sowohl das praktische Vorgehen von Feuerwehrtruppen zu dokumentieren und zu analysieren, als auch technische Prototypen in Einsatzübungen zu erproben und anschließend die Nutzungserfahrungen im Dialog mit Feuerwehrleuten zu evaluieren. Diese Projektworkshops am IdF NRW fanden vierteljährlich in einer Projektlaufzeit von 30 Monaten statt.

Forschungsmethodisch wurde auf den Ansatz der sog. „Design-Case-Studies“ zurückgegriffen (Wulf u. a. 2011). Danach wird zunächst mit Hilfe qualitativer Methoden der Sozialforschung die Praxis der Anwendungsdomäne beobachtet, dokumentiert und analysiert. Dies ermöglicht ein fundiertes Verständnis der existierenden sozialen Praxis mit den vorherrschenden sozialen Strukturen und Ordnungen zu gewinnen. Im Falle der Feuerwehr umfasst dies auch die Aufarbeitung von Feuerwehrdienstvorschriften und deren Adaption in der alltäglichen Anwendung. Die Dokumentation der Praxis erfolgt durch teilnehmende Beobachtung von Einsatzübungen, der Durchführung von Gruppen- und Einzelinterviews und durch Befragung von Domänenexperten. Dies umfasst Interviews mit Angehörigen der genannten Arbeitsgruppe aber auch mit Projektexternen Domänenexperten. Im zweiten Schritt werden basierend auf den Erkenntnissen der durchgeführten empirischen

Vorstudie technische Artefakte gestaltet und entwickelt, die die aufgeworfenen Praxisprobleme adressieren. Im dritten Schritt werden die entwickelten Werkzeuge hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit und Nützlichkeit im Anwendungskontext eingeführt und erprobt. Die Einführung hat evaluativen Charakter, die Ergebnisse dieser Phase werden gegen die Problemdefinitionen der empirischen Vorstudie diskutiert und informieren so weitere Iterationen nach dem skizzierten Vorgehen.

Der Idealfall einer Evaluation von Feuerwehrtechnik bestünde in der Erprobung von technischen Artefakten in einer dichten Folge von Nutzungserfahrungen im realen und damit gefährlichen Feuerwehreinsatz. Aus Gründen der Gefährdung von Einsatzkräften durch prinzipiell für den Realeinsatz nicht ausreichend sichere Prototypen schied dieser Evaluationsansatz aus. Stattdessen wurden Prototypen in unterschiedlichen Nutzungskontexten zum Gegenstand eines Reflexionsprozesses mit Angehörigen der Arbeitsgruppe. Planspiele zur Analyse und Reflexion bestehender Kommunikationspraxis über Sprechfunkgeräte ermöglichten eine anschauliche Schilderung von Problemen und Herausforderungen von alltäglich erlebten Erfahrungen mit der mündlichen Übermittlung von einsatztaktischen Informationen zwischen den Feuerwehrkräften am Einsatzort. Von Interesse war hier, wie Atemschutztruppen bei der Erkundung von Gebäuden nach Personen und Gefahrenquellen mit übergeordneten Gruppenführern kommunizieren und welche Auswirkung der Zeitbedarf für die Sprechfunkkommunikation für das zeitkritische Vorgehen des Trupps im Gebäude hat. Zweitens wurden als hauptsächlicher Evaluationskontext Prototypen in Einsatzübungen in den Trainingsanlagen des IdF NRW erprobt und die Nutzung der Artefakte durch Beobachtung mit Wärmebildkameras und per Videoaufnahme dokumentiert. Mit den Wärmebildkameras war es möglich, die visuelle Sicht im Gebäude mit Kunstnebel soweit einzuschränken, dass die Sichtbedingungen dem Realeinsatz möglichst nahe kamen und gleichzeitig eine Beobachtung der Nutzung der Artefakte durch die Trupps per Video

möglich war. Auch wurde die Sprechfunkkommunikation mit und ohne Nutzung des neuartigen Kommunikationsgerätes praktisch geübt und ebenso dokumentiert. Durch die erweiterten Beobachtungsmöglichkeiten per Wärmebildkamera und Videoaufzeichnung war es möglich, nachträgliche Analysen im Dialog mit Teilnehmern der Einsatzübungen durch Videomaterial bei Bedarf zu veranschaulichen und Bewertungen von Angehörigen der Arbeitsgruppe intersubjektiv nachvollziehbar zu machen. Die Auswertung von Nutzungserfahrungen im Dialog mit der Arbeitsgruppe der Feuerwehr erfolgte nach jeder Einsatzübung.

Bewertet wurden die entwickelten Artefakte anhand ihrer Qualität, ob und inwiefern sie eine signifikante Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit zwischen Atemschutztrupps und Gruppenführern im Kontext des Einsatzgeschehens ermöglichen. Für die Beschreibung einer solchen Verbesserung wurden sowohl qualitative als auch quantitative Eigenschaften herangezogen, die nicht zu Beginn sondern erst während des Forschungsprozesses nach und nach identifiziert werden konnten. So wurde das Datenmaterial zu Akteursaussagen der Arbeitsgruppe und Momenten in den Übungseinsätzen analysiert, wie Akteure entweder eine Verbesserung ihrer Kommunikationsfähigkeit während des Einsatzes benennen und begründen und ob sich diese Begründungen am Datenmaterial an anderer Stelle unterfüttern lassen. Beispielsweise zeigten Wärmebildaufnahmen das Aufgreifen und Bedienen des neuen Kommunikationsgerätes bis zur Fortsetzung der räumlichen Erkundung des Gebäudes, die deutlich machten, dass im Vergleich zum herkömmlichen Sprechfunkgerät der Kommunikationsvorgang in den beobachteten Situationen schneller abgeschlossen und die Erkundung weniger lang unterbrochen werden musste. Gegenübergestellt wurde diese Beobachtung entsprechenden Aussagen der Teilnehmer der Einsatzübungen, als wie hilfreich das neue Gerät für den Kommunikationsvorgang empfunden wurde. Um solche Perspektivenwechsel auf Erfahrungen der Einsatzübungen zu ermöglichen, wurden Einsatzübungen mit und ohne dem

neuen Kommunikationsgerät stets durch zwei Angehörigen der Berufsfeuerwehr Köln bzw. des IdF NRW als Fachbeobachter begleitet, um speziell in Nachbesprechungen mit der Arbeitsgruppe weitere Perspektiven auf die Übungssituationen liefern zu können. Einschätzungen dieser Domänenexperten zur Qualität der kommunikativen Verbesserungen waren besonders wertvoll, da sie Beobachtungen der Einsatzübungen häufig mit weiteren Beispielen aus realer Einsatzpraxis und der dort verwendeten Sprechfunktechnik kontrastieren konnten.

#### **4. Kommunikationsbedarfe im Feuerwehreinsatz**

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Evaluationsergebnisse soll im Folgenden beschrieben werden, welche Kommunikations- und Koordinationsbedarfe zwischen Einsatzkräften am Einsatzort und speziell mit Feuerwehrkräften im Gefahrenbereich bestehen. Dabei wird auch auf Auszüge aus den Feuerwehrdienstvorschriften verwiesen (FwDV 2004), die aufgrund ihrer unmittelbaren Relevanz für die Verhütung von Unfällen in der Feuerwehrpraxis tatsächlich große Bedeutung zukommt, wie Interviews mit Praktikern deutlich gemacht haben.

Die Beschreibung des sogenannten "Kritischen Wohnungsbrandes" illustriert die Situation, mit der Gruppenführer und Trupps konfrontiert sind (Lindemann 2011):

"Wohnungsbrand im zweiten Obergeschoss eines Wohnungshauses mit Tendenz zur Ausbreitung. Zwei Personen werden in der Brandwohnung vermisst, von denen sich eine bereits an einem Fenster bemerkbar macht und die zweite Person bewusstlos im Brandrauch liegt. Die vorgesehenen baulichen Rettungswege sind verraucht. Die tatsächliche Lage ist zum Zeitpunkt der Alarmierung nicht bekannt."

Die Maßnahme des sog. Innenangriffs unter Atemschutz, d. h. das Vorgehen von mindestens einem Feuerwehrtrupp von gewöhnlich zwei Personen unter

Verwendung von Atemschutzisolierräten, ist zeitkritisch für eine erfolgreiche Rettung von ggf. dem Brandrauch ausgesetzten Personen und gefährlich hinsichtlich möglicher Unfälle der Rettungskräfte selbst. Um in der Notlage eines Trupps eine Selbstrettung überhaupt noch zu ermöglichen oder zumindest über Sprechfunk auf die Notlage aufmerksam machen zu können, darf ein Atemschutztrupp stets nur gemeinsam und in direkter körperlicher Nähe zueinander vorgehen. Eine Trennung des Trupps auch auf wenige Meter ist unter allen Umständen, auch beim Antritt des Rückweges aus dem Gefahrenbereich auszuschließen. Bestimmte Phasen eines Innenangriffs müssen dem Einheitsführer, wie beispielsweise dem Gruppenführer, über Sprechfunk gemeldet werden: Der Anschluss des Atemanschlusses an das Luftversorgungssystem, das Erreichen des Einsatzziels und das Antreten des Rückweges. Je nach Lage ist es ratsam weitere Meldungen abzugeben. Die Feuerwehrdienstvorschrift 7 sieht vor (FwDV 2004), dass die kommunikative Erreichbarkeit der vorgehenden Angriffstrupps sicherzustellen ist. Dies ist aufgrund der begrenzten Reichweite und Eindringtiefe des Sprechfunks regelmäßig durch Ansprache des Angriffstrupps zu überprüfen. Kommt es zu einem Abriss der Funkverbindung, muss ein weiterer Trupp dem Angriffstrupp folgen, bis er diesen wieder erreichen kann. Der Einheitsführer ist beim Einsatz von Atemluftisolierräten, auch während Übungen, verantwortlich für die Durchführung einer angemessenen Atemschutzüberwachung. Die Atemschutzüberwachung muss mindestens nach einem und nach zwei Dritteln der Einsatzzeit den Trupfführer auffordern, die Behälterdrücke zu überprüfen und die Füllstände mitzuteilen. Weiterer Kommunikationsbedarf mit Angriffstrupps besteht auch während des Erkundungsvorgangs. Erkenntnisgewinne der/ des vorgehenden Trupps sind dem Gruppenführer mitzuteilen, um letzterem den Aufbau einer zutreffenden Einschätzung über die Lage vor Ort zu ermöglichen.

Interviews mit Angehörigen der 12-köpfigen Arbeitsgruppe und mit externen

Domänenexperten offenbaren jedoch praktische Schwierigkeiten und Probleme, als individuelle Einsatzerfahrungen geschildert wurden:

Die Reichweite und Eindringtiefe der üblicherweise eingesetzten Handsprechfunkgeräte ist aufgrund der schwierigen Umweltbedingungen mit dem Vorhandensein von Stahlbetonkonstruktionen etc. technisch limitiert. Es kommt beim Innenangriff in größeren oder unterkellerten Gebäuden immer wieder zum funktechnisch bedingten Kommunikationsabbriss zwischen vorgehenden Trupps und deren Gruppenführer.

Im jeweiligen Einsatzabschnitt funken alle Einsatzkräfte auf einem geteilten Kanal. Dies bedeutet zum Einen, dass der geteilte Kanal mitunter sehr stark frequentiert wird, was es häufig schwierig macht, Kontakt zu einem vorgehenden Trupp oder zum Einheitsführer aufzunehmen.

Auch sind für die Adressierung des gewünschten Gesprächspartners Konventionen erforderlich, die den Kommunikationsaufwand stark erhöhen. Entsprechende Disziplin bei der Nutzung des Sprechfunks soll sicherstellen, dass Meldungen und Anforderungen angekommen und verstanden wurden, was speziell bei der Einbindung unerfahrener Feuerwehrleute häufig nicht gelingt.

Die widrigen Umweltbedingungen sind grundsätzlich hinderlich für die Nutzung des Sprechfunks. Gruppenführer haben Schwierigkeiten im Umfeld des allgemeinen Lärms am Einsatzort Meldungen über Sprechfunk akustisch zu verstehen. Dem Truppführer, als Träger des Sprechfunkgeräts in einem Zweimanntrupp, fällt es durch die Atemschutzmaske grundsätzlich schwer, verständlich zu sprechen. So müssen Empfänger einer Meldung häufig eine Wiederholung anfordern, was zu zusätzlichen Verzögerungen und Behinderungen beim Vorgehen im Innenangriff führt. Auch stehen gerade bei der freiwilligen Feuerwehr den erstintreffenden Einsatzkräften häufig nicht genügend Personal zur Verfügung, um im Falle eines Verbindungsabbrisses zum Angriffstrupp einen zweiten Trupp zu stellen, um auf die Situation der Nichterreichbarkeit des Trupps mit entsprechender Suche reagieren zu können.

Somit führen die Probleme beim Sprechfunk zu weiteren Problemen: Der verantwortliche Gruppenführer muss für den Fall, dass die Lage des angreifenden Trupps nicht feststellbar ist, grundsätzlich von einem Atemschutzunfall ausgehen. Wird ein Atemschutzunfall durch den Gruppenführer festgestellt, ist das Einsatzziel ab sofort die Rettung der verunfallten Kameraden. Es kommt der Sicherheitstrupp mit dem Auftrag der Rettung des verunfallten Trupps zum Einsatz. Darüber hinaus müssen weitere Kräfte nachalarmiert werden, um die Rettungsarbeiten zu unterstützen und abzusichern. Diese nachrückenden Kräfte müssen mit Sonder- und Wegerechten im Straßenverkehr den Einsatzort erreichen, was das Risiko von Verkehrsunfällen erhöht. Aufgrund solcher Alltagserfahrungen mit dem Einsatzstellenfunk und den erheblichen, auch disziplinarischen Konsequenzen einer solch weitreichenden Entscheidung, wird die Feststellung des Atemschutzunfalls häufig verzögert und bis dahin gemutmaßt, ob ein durch Unfall oder Technik bedingter Kommunikationsabbriss vorliegt. Dieser Abwägungsprozess bringt selbst erfahrene Berufsfeuerwehrleute unter besonderen psychischen Druck.

## 5. Evaluation des Emergency Messengers mit Domänenexperten

Gemeinsam mit Angehörigen der bereits erwähnten Arbeitsgruppe der Feuerwehr wurde im Rahmen der Forschungsarbeiten ein textbasiertes Kommunikationswerkzeug entwickelt, welches die oben skizzierten Probleme der Kommunikation im Innenangriff aufgreift. Dazu wurden basierend sowohl auf den Bestimmungen der Feuerwehrdienstvorschrift 7 (FwDV 2004), der Analyse von Aufzeichnungen des Einsatzstellenfunks, als auch der Auswertung von Planspielen routinemäßige Meldungen, welche typischerweise im Innenangriff ausgetauscht werden, ein Katalog an einsatztaktisch besonders relevanten Nachrichten identifiziert und nach übergeordneten Kategorien strukturiert. Dieser Katalog bildete die Grundlage

für ein Kommunikationskonzept, mit dessen Hilfe häufig wiederkehrende Meldungen textbasiert übermittelt werden können, ohne jedoch vom vorgehenden Atemschutztrupp zu erwarten, Textnachrichten zeitraubend verfassen zu müssen. Resultat dieser Überlegungen ist der Emergency Messenger (ER). Es hält einen Katalog von vordefinierten Nachrichten bereit, aus dem Führer des Atemschutztrupps rasch auf den Kommunikationsbedarf eine passende Meldung auswählen und versenden kann. Der Einheiten- bzw. Gruppenführer kann in der umgekehrten Kommunikationsrichtung dem Truppführer eine Anfrage senden, mit der bereits sinnvolle Antwortmöglichkeiten verknüpft sind. Erhält ein Truppführer eine solche Anfrage, muss dieser lediglich aus der Liste der Antworten auswählen. Für andere Kommunikationsbedarfe, die sich nicht angemessen über den ER abbilden lassen, stehen den Einsatzkräften die herkömmlichen Sprechfunkgeräte zur Verfügung, falls diese ordnungsgemäß in der spezifischen Nutzungssituation funktionstauglich sind.

### 5.1 Funktionale Gestaltung des Emergency Messengers

Für den Atemschutzgeräteträger wurde ein spezielles Handgerät entwickelt, welches das Kommunikationskonzept unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen um Innenangriff geeignet umsetzt. Dazu wurde ein Interaktionsschema entwickelt, das eine einhändige Bedienung mit Schutzhandschuhen erlaubt (siehe Bild 1).

Zur Eingabe stehen drei Tasten zur Verfügung. (1) und (2) dienen dem scrollen durch die vorhandenen Elemente (hoch, runter), mit (3) erfolgt die Auswahl eines Elements ("Enter"). (4) ist ein akustischer Signalgeber für die Rückmeldung einer gedrückten Taste oder zur Benachrichtigung des Eingangs einer Anfrage. Das LCD-Display ist in mehrere Bereiche eingeteilt: (5) zeigt den zuletzt gemeldeten Druck/Füllstand des Atemschutzgerätes an, (6) ist die Zeit in mm:ss seit dem Anschließen der Schutzmaske an das Atemschutzgerät. (7) zeigt für



**Bild 1:** Handgerät des EmergencyMessengers. (links) Anzeige der 8 Kategorien von Routinemeldungen. (rechts) Auswahl einer Kategorie (hier: Atemschutz) mit zugeordneten Meldungen. Zum Vergleich eine Stopp-Uhr als Modell des Interaktionsschemas zur einhändigen Bedienung (unten).

jede gesendete Meldung, die noch nicht vom Gruppenführer quittiert wurde, einen Kreis an, (8) ist ein Indikator für die Konnektivität bzw. Signalstärke des drahtlosen Netzwerks. Beispielhaft ist eine eingehende Anfrage in Abbildung 1 (rechts) dargestellt. Der Truppführer wählt aus der Liste der vorgegebenen Antworten aus und sendet die ausgewählte Antwort durch drücken von (3). Auch der Gegenseite sieht das Systemkonzept eine ähnliche, jedoch funktional erweiterte TabletPC-Anwendung vor, über die der Gruppenführer ebenso textbasiert Kommunikationsanfragen und -antworten übermitteln kann.

## 5.2 Nutzungserfahrungen mit textbasierter Kommunikationsunterstützung

Zur Evaluation des Kommunikationskonzepts wurden über einen Zeitraum von insgesamt 1,5 Jahren an insgesamt 8 Workshop-Tagen 13 Einsatzübungen durchgeführt. Als Szenario wurde ein kritischer Wohnungsbrand im ersten oder zweiten Obergeschoss angenommen. Die Zahl und Position der Betroffenen und die Einsatzdynamik wurden

von Übung zu Übung variiert. Durch die Möglichkeit die unterschiedlichen Gebäude der Übungsanlage vollständig zu verrauchen, abzudunkeln, durch Lichteffekte in verschiedenen Räumen Feuerschein zu simulieren und Hilferufe und Schreie über Lautsprecher einzuspielen, konnte während der Übungen eine realitätsnahe Einsatzdynamik erzeugt werden. Die Arbeit der Angriffstrupps während der Übungseinsätze wurde aufgrund der starken künstlichen Verrauchung mit Hilfe einer Wärmebildkamera dokumentiert. Am Schultergurt des Atemschutzgerätes der Truppführer wurde zusätzlich eine Action-Cam befestigt, um eine „Über-die-Schulter“-Perspektive zu erhalten, um so die Interaktion mit dem Handgerät detailliert zu dokumentieren.

Untersucht wurden die dokumentierten Nutzungserfahrungen mit dem ER hinsichtlich zweier Aspekte: Aufgrund der durch die gegebenen Erträglichkeitsgrenzen hohen Zeitkritikalität der Aktivitäten im Innenangriff und der erforderlichen feuerwehrtaktischen Vorgehensweisen wurde untersucht, welche Zeitersparnisse sich mit dem neuen Kommunikationsansatz anhand der analysierten Nutzungssituationen ggf. fin-

den lassen. Zweitens sollten weitere, im Vorfeld der Evaluation nicht festgelegte Verbesserungspotenziale und Schwierigkeiten mit dem neuen Ansatz identifiziert werden, die aus den Schilderungen der Nutzungserfahrung durch die Nutzer und aus der Beobachtung deutlich werden.

## 5.3 Zeitersparnis bei der Übermittlung von wiederkehrenden Meldungen

Nach Gegenüberstellung von Einsatzdokumentationen ohne und mit dem hier vorgestellten Kommunikationskonzept kann nach ersten Auswertungen ein deutlicher zeitlicher Vorteil des ER-Konzeptes gegenüber herkömmlichen Sprechfunk festgestellt werden: In den verschiedenen Einsatzübungen kam es bei der ausschließlichen Verwendung des konventionellen Sprechfunks im Durchschnitt zu zwölf kommunikativen Akten zwischen dem Gruppenführer und dem vorgehenden Angriffstrupp. Es wurde in solchen Einsätzen insgesamt im Schnitt 4:33 Minuten mit dem vorgehenden Angriffstrupp über Funk kommuniziert. Selbst ohne den üblichen Funkverkehr im gemeinsam geteilten Kanal des Einsatzstellenfunks konnten eine Reihe von Problemen beobachtet werden, wie z. B. schlechte Verbindungsqualität, keine Reaktion des Adressaten nach Ansprache oder Unverständlichkeit von konkreten Informationen wie Füllständen von Atemschutzgeräten. Probleme, die einer weiteren Behandlung bedurften, kamen in mindestens drei und in bis zu acht Sprechfunkakten vor. Die Behandlung verlängerte den Kommunikationsvorgang über Sprechfunk und verzögerte damit das Vorgehen des Trupps zur Erkundung des Gebäudes.

Nach der Einführung des ER konnte eine Zunahme bei den abgesetzten Meldungen des Angriffstrupps beobachtet werden, was zu detaillierteren und besser nachvollziehbaren Einsatzverläufen beim Gruppenführer führte. Im Durchschnitt konnten mit dem ER 17 kommunikative Akte beim gewählten Einsatzszenario gezählt werden. Mit dem ad hoc ausgebrachten ZigBee basierten Netzwerk

konnte in einer 100m<sup>2</sup> Wohnung im ersten Obergeschoss unter Einsatz von 3 Netzknoten eine Abdeckung von 100 % erreicht werden. Es konnten keine Probleme bei der Kommunikation beobachtet werden, die einer weiteren Behandlung bedurften. Der Angriffstrupp verbrachte im Durchschnitt insgesamt 2:37 Minuten mit der Nutzung des ER.

Diese signifikante zeitliche Verbesserung gegenüber dem Sprechfunk ist damit erklärbar, dass durch die Möglichkeit der direkten Adressierung des Kommunikationspartners der Einsatz aufwendiger Protokolle zur Aushandlung und Aufbau des Kommunikationskanals entfällt. Auch ist die Bedeutung der vordefinierten Nachrichten eindeutig und kann durch akustische Störungen nicht beeinträchtigt werden. Durch die Möglichkeit der Asynchronität der Kommunikation über Textnachrichten können zeitkritische Arbeitsabläufe dann beendet werden, wenn eine Unterbrechung weniger störend ist. Ein solcher günstiger Moment für die Reaktion auf Nachrichten anfragen liegt beispielsweise dann vor, wenn der Fortgang der Erkundung aus anderen Gründen unterbrochen werden muss.

#### 5.4 Weitere Bewertungen des textbasierten Kommunikationsansatzes

Wie Domänenexperten der Arbeitsgruppe äußern, ist Sprechfunkkommunikation speziell für unerfahrene Einsatzkräfte der freiwilligen Feuerwehren schwierig, da häufig die Routine fehlt, einsatzkritische Informationen auch tatsächlich unmissverständlich mitzuteilen. Die Verwendung von vordefinierten Nachrichten könnte hier Erleichterungen verschaffen, da die Auswahl und das Versenden sehr viel weniger anspruchsvoll sind. Aus Perspektive der Ausbildung von Feuerwehrangehörigen stellt der Nachrichtenkatalog zudem ein didaktischer Beitrag dar, da dieser die inhärent flüchtige Einsatzstellenkommunikation strukturiert zusammenfasst und damit Handlungsalternativen für die Meldung einsatzkritischer Informa-

tionen skizziert. Die Katalogisierung der routinemäßigen Einsatzstellenkommunikation ermöglicht in Zukunft eine Standardisierung und Harmonisierung für Regionen, in denen bei größeren Einsätzen eine Vielzahl von Feuerwehrleuten in größeren Verbänden zusammenarbeiten muss. Es ist denkbar, dass solche Kataloge in einschlägigen Feuerwehr-Communities diskutiert werden oder von verantwortlichen Gremien verbindlich für alle Feuerwehren festgelegt werden könnten.

Trotz der Vielzahl von positiven Aspekten ist jedoch im Rahmen von Einsatznachbesprechungen deutlich geworden, wie bedeutend der konventionelle Sprechfunk hinsichtlich seiner Expressivität für die Führung von Einheiten bleibt. Erfahrene Gruppenführer und deren Mannschaften kennen sich in der Regel schon lange, entweder aus dem Vereinsleben der örtlichen freiwilligen Feuerwehr oder durch langjährige Zusammenarbeit auf einer Wache. So spielt die Rhetorik in manchen Einsatzsituationen eine wichtige Rolle, was an folgender Aussage eines Truppführers deutlich wird:

„Wenn ich als Truppführer eine verrauchte Wohnung verlasse und ich habe noch genügend Restluft um einen weiteren Einsatzauftrag zu erfüllen, kann ich über Sprechfunk meinen Gruppenführer fragen: ‚Ich habe noch 260, ich werde nun die Wohnung wieder betreten und dies und das noch erledigen.‘ Oder ich kann fragen: ‚Gibt es weitere Aufträge für meinen Trupp? Mein Druck ist 260. Soll ich die Wohnung wieder betreten?‘ Ein erfahrener Gruppenführer wird den Unterschied sofort erkennen.“

Ohne diesen Beispiel umfassend zu diskutieren, stellt dieser Kommunikationsauszug klar, dass die Expressivität des ER-Konzeptes nicht ausreichend ist, um die Möglichkeiten der gesprochenen Sprache in dem sozialen Gefüge der Einsatzsituation zu ersetzen. Vielmehr erscheint eine Verknüpfung des neuen textbasierten Ansatzes mit herkömmlichen Sprechfunkgeräten ratsam, um die Stärken beider Systeme zu verbinden.

## 6. Resümee

Sprechfunkgeräte sind ein unverzichtbarer Bestandteil der Ausrüstung von Atemschutzträgern im Innenangriff. Im vorliegenden Beitrag werden die Vor- und Nachteile dieses Kommunikationswerkzeugs vor dem Hintergrund des feuerwehrtaktischen Innenangriffs beleuchtet. Basierend auf den Vorgaben der Feuerwehrdienstvorschrift 7 und den Erkenntnissen unserer Praxis-Studien wurde ein komplementäres textbasiertes System zur Unterstützung der Kommunikation zwischen dem Gruppenführer und dem Truppführer im Innenangriff gestaltet, entwickelt und erprobt. Es konnte gezeigt werden, dass sich durch die Verlagerung von Routine-Meldungen auf das Funkmeldesystem sowohl zeitliche, als auch taktische Vorteile ergeben, die keine Ersetzung sondern Ergänzung des Sprechfunks nahelegen. Durch die Verlagerung des Anteils der Routine-Kommunikation auf ein textbasiertes Medium wird die wertvolle Ressource des Einsatzstellenfunks für kritische, nicht antizipierbare Kommunikationsbedarfe entlastet. Durch eine Verschiebung der synchronen Kommunikation hin zu asynchroner Kommunikation werden sowohl beim Gruppenführer als auch beim Truppführer im Innenangriff effizientere Workflows ermöglicht.

### Literatur

- Blomberg, J. und Karasti, H. Reflections on 25 Years of Ethnography in CSCW. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 22, Nr. 4–6 (Januar), Seiten 373–423. doi:10.1007/s10606-012-9183-1, 2013.
- Denef, S., Ramirez, L., Dyrks, T. und Stevens, G. Handy Navigation in Ever-Changing Spaces: An Ethnographic Study of Firefighting Practices. In: *Proceedings of the SIGCHI Symposium on Designing Interactive Systems*. New York, NY: ACM Press, 2008.
- Dyrks, T., Denef, S. und Ramirez, L. An Empirical Study of Firefighting Sensemaking Practices to Inform the Design of Ubicomp Technology. <https://sites.google.com/site/dmrussell2/sensemakingworkshoppapers>, 2008.
- FwDV, Feuerwehrdienstvorschriften. RdErl. d. Ministeriums für Inneres und Kommunales. <http://www.idf.nrw.de/service/downloads/>

- downloads\_rechtsvorschriften.php (Zugegriffen: 1. Januar 2014).
- Gross, T. Supporting Effortless Coordination: 25 Years of Awareness Research. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 22, Nr. 4–6 (Juni): Seiten 425–474. doi:10.1007/s10606-013-9190-x, 2013.
- Jiang, X., Chen, N. Y., Hong, J. I., Wang, K., Takayama, L und Landay, J. Siren: Context-aware Computing for Firefighting. In: *Pervasive Computing – Second International Conference, PERVASIVE 2004, Linz/Vienna, Austria, April 21–23, 2004. Proceedings*, hg. von Alois Ferscha und Friedemann Mattern, 87–105. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-24646-6\_6, 2004.
- Landgren, J. und Nulden, U. A study of emergency response work: patterns of mobile phone interaction. In: *CHI '07: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Seiten 1323–1332. New York, NY, USA: ACM. doi:http://doi.acm.org/10.1145/1240624.1240824, 2007.
- Ley, B., Pipek, V., Reuter, C. und Wiedenhofer, T. Supporting improvisation work in inter-organizational crisis management. In: *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems – CHI '12*, 1529–1538. doi:10.1145/2207676.2208617, http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2207676.2208617, 2012.
- Lindemann, T. Rettungszeiten der Feuerwehr beim kritischen Wohnungsbrand. *Brand-schutz* 11: Seiten 946–952, 2011.
- Ludwig, T., Reuter, C. und Pipek, V. What You See is What I Need: Mobile Reporting Practices in Emergencies. In: *ECSCW 2013: Proceedings of the 13th European Conference on Computer Supported Cooperative Work*, 21–25 September 2013, Paphos, Zypern, doi:10.1007/978-1-4471-5346-7, http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-5346-7. 2013.
- Monares, Á., Ochoa, S. F., Pino, J. A., Herskovic, V., Rodriguez-Covili, J. und Neyem, A. Mobile computing in urban emergency situa-

- tions: Improving the support to firefighters in the field. *Expert Systems with Applications*. doi:10.1016/j.eswa.2010.05.018, 2011.
- Ramirez, L., Deneff, S. und Dyrks, T. Towards human-centered support for indoor navigation. *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems CHI '09*, doi:10.1145/1518701.1518893, http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1518701.1518893, 2009.
- Ramirez, L., Dyrks, T., Deneff, S. und Stevens, G. Context as a Resource for Diagnostic work. *Proceedings of the European Conference on Computer Supported Cooperative Work ECSCW, 2007*.
- Toups, Z. O. und Kerne, A. Implicit coordination in firefighting practice: design implications for teaching fire emergency responders. In: *CHI '07: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Seiten 707–716. New York, NY, USA: ACM. doi:http://doi.acm.org/10.1145/1240624.1240734, 2007.
- Weiser, M., *The Computer for the 21st Century*. Scientific American 265 (September): Seiten 94–104, 1991.
- Wulf, V., Rohde, M., Pipek, V. und Stevens, G., Engaging with practices: design case studies as a research framework in CSCW. In: *Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work – CSCW '11*. New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1958824.1958902, 2011.

- 1 Matthias Betz** studierte Wirtschaftsinformatik und hat als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Angewandte Informationstechnik und der Universität Siegen in zahlreichen Forschungsprojekten als technischer Koordinator gearbeitet. Im Rahmen seiner Forschungen beschäftigte er sich speziell mit Rapid-Prototyping-Methoden von eingebetteten sicherheitskritischen Hard- und Softwaresystemen zur Unterstützung von Feuerwehrarbeit.  
E-Mail: matthias.betz@uni-siegen.de

- 2 Tobias Dyrks** studierte Wirtschaftsinformatik und ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Fraunhofer Institut für Angewandte Informationstechnik und der Universität Siegen tätig gewesen. Sein besonderer Fokus liegt auf der Problematik praxisrelevanter Forschung und Entwicklung in interorganisationalen Projektverbänden unter enger Einbeziehung domänenrelevanter Experten.  
E-Mail: tobias.dyrks@uni-siegen.de

- 3 Volker Wulf** hat den Lehrstuhl „Wirtschaftsinformatik und Neue Medien“ an der Universität Siegen inne und ist geschäftsführender Direktor des Instituts für Medienforschung an der Universität Siegen. Außerdem leitet er das Geschäftsfeld „Benutzerorientiertem Software-Engineering“ am Fraunhofer Institut für Angewandte Informationstechnik. Der Schwerpunkt seiner Forschungen liegt im Bereich der Kooperations- und Mediensysteme.  
E-Mail: volker.wulf@uni-siegen.de



1



2



3