



Michael Fruhwirth, BSc

Anforderungsanalyse und Systemkonzept für eine vernetzte elektronische Atemschutzüberwachung

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Telematik

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Eugen Brenner

Institut für Technische Informatik

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Kurzfassung

Der Atemschutzeinsatz ist eine der gefährlichsten Tätigkeiten im Feuerwehrdienst, wo die Feuerwehrmänner in einer physischen und psychischen Stresssituation mit begrenztem Atemluftvorrat ein verrauchtes oder brennendes Gebäude betreten. Um dabei die Sicherheit zu erhöhen, wird eine Atemschutzüberwachung durchgeführt. Derzeit erfolgt diese in der Praxis zumeist mit sehr einfachen technischen Hilfsmitteln. Die bisherigen technischen Weiterentwicklungen treffen nicht im vollen Umfang die Anforderungen der Feuerwehren (geringer Preis, einfach zu bedienen, übersichtliche Darstellung der Informationen). Alle bestehenden Produkte im deutschsprachigen Raum wurden analysiert und in Produktgruppen kategorisiert. Ziel dieser Arbeit ist es, ein grundlegendes Verständnis über die Anforderungen und Einsatzpraxis der Feuerwehr sowie über die Dienstvorschriften zu erlangen, um daraus die tatsächlichen Funktionen einer Atemschutzüberwachung abzuleiten. In dieser Arbeit wird ein Systemkonzept für eine vernetzte Atemschutzüberwachung basierend auf einer Softwarelösung entwickelt. Besonderer Wert wurde dabei auf eine übersichtliche Gestaltung der Benutzeroberfläche und eine einfache Erfassung der Daten wertgelegt. Damit dieses System auch wirtschaftlich sinnvoll am Markt platziert werden kann, wurde einerseits auf Standardhardware zurückgegriffen, andererseits auch versucht, alle Benutzergruppen anzusprechen. Dazu wurde der Funktionsumfang zweigeteilt, in eine Grundversion, die von allen Feuerwehrmännern ohne Einschulung bedient werden kann, sowie in eine erweiterte Version für die erfahrenen Benutzer.

Abstract

Rescue operations inside buildings with self-contained breathing apparatus (SCBA) is one of the most risky duties in firefighting. Firefighters enter an unknown burning or subsided building to rescue victims or to extinguish fire. To increase safety, a supervision and accountability system is implemented in each fire department. Firefighters use very simple but effective systems at the moment. Current products on the market do not fulfill the requirements of the fire departments (low price, simple usability and clear presentation of the data). This thesis is analyzing all products on the German-speaking market and categorizing them in different product groups. One aim of this Master's thesis is to identify requirements of the firefighters and to study the firefighting standards. By analyzing all these information the main functions of a safety supervision and accountability system were derived. This thesis provides a system concept for a linked safety system for SCBA firefighters based on Commercial Off The Shelf (COTS) components and a software. The main issue for the design of the user interface was to identify and visualize only the important information and to provide usability, so that every firefighter can use it without training. Acquiring information of firefighters is done by a passive RFID system. To penetrate the whole market, the system provides two different functional levels, a basic version for every firefighter and an extended version for the experts.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Graz, am

.....
(Unterschrift)

Danksagung

Diese Masterarbeit wurde im Studienjahr 2014/15 am Institut für Technische Informatik an der Technischen Universität Graz durchgeführt.

Bedanken möchte ich mich bei Thomas Hartinger und seinem Team von der Firma Rosenbauer International AG für die Unterstützung während der Arbeit und dass ich mit ihnen gemeinsam dieses Thema ausarbeiten durfte.

Großer Dank gebührt auch meinem Betreuer Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Eugen Brenner für die Übernahme der Betreuung und Beurteilung dieser Masterarbeit sowie für die wissenschaftliche Beratung während der Erstellung.

Weiters möchte ich mich bei Ing. Eduard Paireder und Thomas Traxler vom Landesfeuerwehrverband Oberösterreich, Armin Blutsch von der Feuerwehr Amstetten, Siegfried Stögermair und Günther Ortner von der Feuerwehr Wels, Robert Reinmüller, Jürgen Bärnthaler und Georg Mader von der Feuerwehr Kapfenberg sowie Philipp Goldner, Martin Trampusch und Gernot Einsenberger von der Berufsfeuerwehr Graz zur Verfügungstellung als Interviewpartner, für das Review des Systemkonzeptes und für die interessanten Diskussionen und Rückmeldungen bedanken.

Besonderer Dank gilt auch Herrn Ing. Ingo Mayer, Referatsleiter des Sachgebietes 3.3 im Österreichischen Bundesfeuerwehrverband, für die interessanten einsatztaktischen Gespräche und Diskussionen zum Atemschutzeinsatz und zur Atemschutzüberwachung.

Weiters möchte ich mich bei meinem Vater und Bruder für das Korrekturlesen bedanken.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern für die Unterstützung während des gesamten Studiums bedanken.

Graz, im Mai 2015

Michael Fruhwirth

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Vorgehensweise	2
1.4	Gliederung	3
2	Anforderungen und Vorgehensweise der Feuerwehr	4
2.1	Der Musterablauf eines Atemschutzeinsatzes am Beispiel des steirischen Feuerwehrwesens	4
2.1.1	Der Standardeinsatz mit einem Atemschutztrupp	4
2.1.2	Einsatz des Atemschutzrettungstrupps	7
2.1.3	Besonderheiten bei Großeinsätzen	7
2.2	Dienstvorschriften	8
2.2.1	Fachheft 6 Atemschutz (Österreich)	8
2.2.2	Feuerwehr Dienstvorschrift 7 (Deutschland)	9
2.2.3	Reglement Basiswissen (Schweiz)	10
2.3	Fachliteratur und Expertenmeinungen	11
2.4	Spezifische Einsatzpraxis	12
2.4.1	Atemschutzüberwachung im Einsatz	12
2.4.2	Atemschutzsammelplatz	13
2.4.3	Atemschutzverwaltung	13
2.5	Anforderungsanalyse	14
2.5.1	Identifikation der Benutzergruppen	14
2.5.2	Usability	15
2.5.3	Wirtschaftliche Sichtweise	16
3	Stand der Technik	17
3.1	Markt- und Produktanalyse	17
3.1.1	Klassische Atemschutzüberwachungstafeln	17
3.1.2	Intelligente elektronische Atemschutzüberwachung	18
3.1.3	Softwarelösungen	21
3.1.4	Telemetriesysteme	22
3.1.5	Sonstige Produkte	24
3.2	Analyse und Bewertung von bestehenden Schutzrechten	24

3.3	EMEREC - Das Einsatzmanagementsystem von Rosenbauer International AG	27
4	Funktionale und technische Analyse	29
4.1	Die Funktionen der Atemschutzüberwachung	29
4.2	Registrierung	32
4.2.1	Informationen für die Registrierung	32
4.2.2	Der Registrierungsvorgang	33
4.2.3	Technologiebewertung	35
4.3	Zeit- und Drucküberwachung	36
4.4	Funkkommunikation	39
4.5	Das optimale Gesamtsystem	40
4.6	Bewertung der Anforderungen und Funktionen	40
5	Das Systemkonzept	42
5.1	Stand-Alone-Atemschutzüberwachung	42
5.1.1	Allgemeine Anforderungen	42
5.1.2	Aufbau des User Interfaces	42
5.1.3	Registrierung	44
5.1.4	Zeitüberwachung	48
5.1.5	Prozesssicherheit	50
5.1.6	Konzept der Warnungen	51
5.1.7	Ausfallssicherheit	51
5.2	Vernetzte Atemschutzüberwachung	52
5.2.1	Vernetzung und Datensynchronisation	52
5.2.2	Informationen für die Einsatzleitung	52
5.2.3	Bildung von Einsatzabschnitten	53
5.2.4	Atemschutzsammelplatz	53
6	Zusammenfassung und Ausblick	55
6.1	Zusammenfassung und Bewertung der Lösung	55
6.2	Weitere nötige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	56
6.3	Vision: Der Atemschutzeinsatz der Zukunft	56
A	Abkürzungen	58
B	Rechercheergebnisse	59
B.1	Vorschriften	59
B.2	Patente	59
B.3	Gebrauchsmuster	61
B.4	User Interfaces einzelner Softwarelösungen	62
B.5	Leitfaden zur Befragung der Feuerwehren	65
	Literaturverzeichnis	67
	Verzeichnis der Webadressen	72

Abbildungsverzeichnis

1.1	Vorgehensweise zur Durchführung der Masterarbeit.	2
2.1	Die derzeitige Ausrüstung zur Atemschutzüberwachung bei den steirischen Feuerwehren.	5
2.2	Der Prozessablauf eines Einsatzes mit einem Atemschutztrupp	6
2.3	Der Einsatzablauf mit einem Atemschutzsammelplatz.	7
2.4	Die generische Führungsstruktur eines größeren Brandeinsatzes	8
3.1	Kategorisierung der Produktgruppen nach Preis und Funktionsumfang. . .	18
3.2	Das Benutzerinterface der atur-D Atemschutzüberwachung	20
3.3	Drei intelligente elektronische Systeme für die Atemschutzüberwachung. . .	21
3.4	Systemkonzept von EMEREC.	28
3.5	Screenshot der EMEREC Applikation.	28
4.1	Die unterschiedlichen Funktionen und Aufgaben einer Atemschutzüberwachung.	30
4.2	Technologien zur Identifikation von Objekten und Personen	35
4.3	Head-up-Display in der Atemschutzmaske zur Anzeige des Restdruckes . . .	38
5.1	Darstellung der Grundansicht der Atemschutzüberwachung.	43
5.2	Darstellung der erweiterten Ansicht der Atemschutzüberwachung.	44
5.3	Fenster zur manuellen Registrierung eines Trupps.	46
5.4	„Bearbeiten“-Button zur Vervollständigung eines Trupps.	47
5.5	Popup-Fenster zur Erfassung des Einsatzauftrages beim Start der Zeitüberwachung.	49
5.6	Zusätzlicher „Löschen“-Button nach Ende der Zeitüberwachung.	50
5.7	Beispielhaftes Popup-Fenster für den Hinweis auf die 1/3 Abfrage.	51
5.8	Überblick über alle eingesetzten Trupps für den Einsatzleiter.	53
5.9	Maske zum Verwalten und Zuweisen der Einsatzabschnitte.	54
5.10	Maske zur Verwaltung des Atemschutzsammelplatzes.	54
B.1	Überwachungsprotokoll aus dem Reglement Basiswissen.	59
B.2	User Interface der Atemschutzüberwachung Fireboard.	62
B.3	User Interface der Atemschutzüberwachung Fireboard als App.	63
B.4	User Interface Atemschutz Überwachung Pro.	63
B.5	User Interface der Atemschutzüberwachung in der Software ATEM.	64

Tabellenverzeichnis

2.1	Verwendete Feuerwehr-Verwaltungs-Software in Österreich	14
3.1	Auflistung einer Auswahl der sich am Markt befindlichen Atemschutztafeln	18
3.2	Auflistung der recherchierten, sich am Markt befindlichen intelligenten elektronischen Atemschutzüberwachungen.	19
3.3	Auflistung der recherchierten, sich am Markt befindlichen Softwarelösungen.	21
3.4	Auflistung der recherchierten sich am Markt befindlichen Telemetriesysteme	23
4.1	Grundeinsatzzeiten der verschiedenen Atemschutzgeräte.	39
4.2	Bewertung der Anforderungen und Aspekte einer Atemschutzüberwachung.	41
5.1	Daten, die auf dem Chip für das Atemschutzgerät gespeichert sind.	47
5.2	Daten, die auf dem persönlichen Chip des Feuerwehrmannes gespeichert sind.	48
B.1	Auflistung aller recherchierten Patente zum Themenbereich Atemschutzüberwachung.	61
B.2	Auflistung aller recherchierten Gebrauchsmuster zum Themenbereich Atemschutzüberwachung.	61

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Motivation

Der Atemschutz Einsatz ist einer der gefährlichsten Tätigkeiten im Feuerwehrdienst. Die Feuerwehrmänner betreten dabei in einer Stresssituation mit Atemschutzgeräten (mit begrenztem Luftvorrat) ein ihnen unbekanntes Gebäude zur Brandbekämpfung oder Menschenrettung. Dabei passieren immer wieder teilweise tödliche Unfälle [3]. Der Anlasspunkt sich mit dem Thema der Atemschutzüberwachung intensiv zu beschäftigen, war der tödliche Atemschutzunfall in Köln 1996, wo sich ein Feuerwehrmann in seiner Rettungsleine verfangen hatte und nicht mehr rechtzeitig vor Ende seines Luftvorrates gerettet werden konnte [M⁺96]. Mit diesem Unfall wurde auch die Feuerwehr-Dienstvorschrift (FwDV) 7 überarbeitet. Damit wurden die Feuerwehren angehalten, ein Atemschutzüberwachungssystem zur Registrierung, zum strukturierten Erfassen der Flaschendrucke und zum Überwachen der Einsatzzeit einzuführen [M⁺96]. Dieser Unfall hat gezeigt, dass eine Atemschutzüberwachung von Beginn eines Einsatzes notwendig ist, da hier keine Informationen über den Restdruck bekannt waren und Informationen über den Trupp, wie Einsatzzeit oder Namen, nicht schriftlich erfasst wurden [26]. Beim ebenfalls tödlichen Unfall in Tübingen 2005 ging dem vorgehenden Atemschutztrupp ebenfalls aufgrund mehrerer unglücklicher Umstände die Atemluft aus, bevor dieser den Rückweg antreten konnte. Obwohl für den Unfall nicht ursächlich, wurde hier nur ein Formblatt ohne Uhr zur Atemschutzüberwachung eingesetzt, eine zum damaligen Zeitpunkt noch übliche Vorgehensweise. Im Unfallbericht wurde ebenfalls die Notwendigkeit einer Atemschutzüberwachung mit Zeitüberwachung ausgeführt [B⁺06]. Mittlerweile gibt es bereits eine Vielzahl an Atemschutzüberwachungslösungen am Markt (vgl. Seite 17). Die in der Praxis eingesetzten Lösungen sind technisch zumeist veraltet und neuere Entwicklungen treffen nicht die Anforderungen der Feuerwehr.

Der Begriff der Atemschutzüberwachung

Die Feuerwehr-Dienstvorschrift (FwDV) 7 definiert dabei den Begriff der Atemschutzüberwachung wie folgt:

„Atemschutzüberwachung ist die Gesamtheit aller Maßnahmen zur Kontrolle und zur Unterstützung der unter Atemschutz vorgehenden Trupps; sie beinhaltet insbesondere die Registrierung und die Zeitüberwachung des Atemschutzein-

satzes. Für die Atemschutzüberwachung ist der Einheitsführer der taktischen Einheit verantwortlich. Er kann andere geeignete Personen zur Unterstützung hinzuziehen.“ [Aus04, Seite 15]

Von der Begrifflichkeit kann zwischen dem Prozess der Atemschutzüberwachung, welcher wie eben ausgeführt, Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit umfasst und dem technischen Gerät zur Atemschutzüberwachung unterschieden werden.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, die Anforderungen für ein Atemschutzüberwachungssystem zu erheben. Daneben soll der Ist-Stand im Bezug auf die Vorgehensweise der Feuerwehr und die am Markt verfügbaren Überwachungslösungen festgestellt werden. Daraus soll ein Systemkonzept für eine Stand-Alone- und vernetzte Überwachung basierend auf einer Softwarelösung, erstellt werden. Das Konzept muss aus preislicher Sicht marktfähig sein, daher scheidet eine Eigenentwicklung von Elektronik aus, wenn nötig kann auf Standard-Hardware-Komponenten zurückgegriffen werden.

1.3 Vorgehensweise

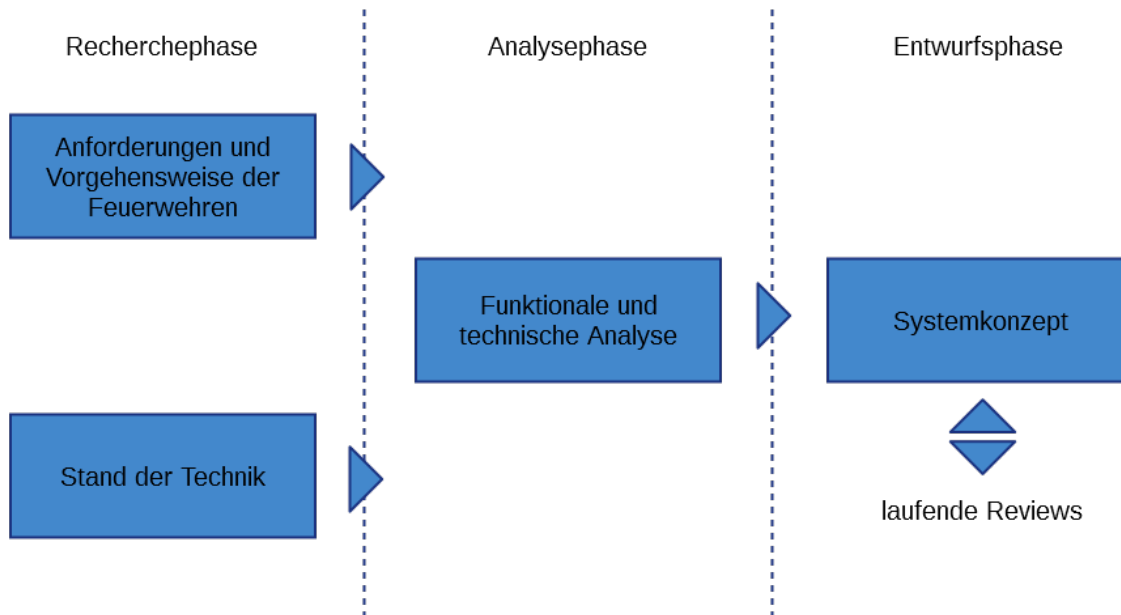


Abbildung 1.1: Vorgehensweise zur Durchführung der Masterarbeit.

Abbildung 1.1 stellt die Vorgehensweise in dieser Masterarbeit dar. Grob gliederte sich die Arbeit in eine Recherche-, eine Analyse- und eine Entwurfsphase. Zunächst wurden parallel die Anforderungen und Vorgehensweisen der Feuerwehren gemeinsam mit dem Stand der Technik ermittelt. Hierzu wurden die einschlägigen Dienstvorschriften und Feuerwehr-Fachliteratur studiert sowie Experten und Feuerwehrmänner aus der Praxis befragt be-

ziehungsweise die Feuerwehren bei ihrer Arbeit beobachtet. Daneben wurden alle sich am deutschsprachigen Markt befindlichen Atemschutzüberwachungslösungen sowie auch Patente zu diesem Thema recherchiert. Basierend auf den bislang ermittelten Informationen wurde analysiert, welche Funktionen tatsächlich hinter dem Prozess der Atemschutzüberwachung stehen. Diese wurden im Detail ausgearbeitet und nach ihrer technischen Machbarkeit untersucht und bewertet, wie weit diese mit den internen Vorgaben tatsächlich realisiert werden können.

Anhand dieser Informationen wurde mittels des Mock-up Tools „Pencil Project“ [6] ein Prototyp einer Benutzeroberfläche entworfen. Dazu wurde auf klassische Vorgehensmodelle, wie etwa das V-Modell, verzichtet, sondern versucht, den Prozess möglichst agil zu gestalten. Hauptziel war es, stark auf die Bedürfnisse der potentiellen Kunden einzugehen und eine technisch einfache, optimale Lösung zu finden. Hierzu wurde der Prototyp des User Interfaces laufend mit unterschiedlichen Feuerwehren durchbesprochen und weiterentwickelt.

1.4 Gliederung

Der Aufbau dieser Masterarbeit entspricht in etwa der im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Vorgehensweise. In **Kapitel 2** werden Vorgehensweise und Anforderungen der Feuerwehr beschrieben. Hierzu wird einerseits der Musterprozessablauf eines Atemschutzeinsatzes dargestellt, die einschlägigen Dienstvorschriften und Fachliteratur analysiert sowie auf Unterschiede in der tatsächlichen Einsatzpraxis eingegangen. Ebenfalls wurden die potentiellen Benutzergruppen sowie Anforderungen untersucht.

In **Kapitel 3** wird der Stand der Technik im Bereich der Atemschutzüberwachung dargestellt. Hierzu werden die einzelnen Produkte nach technischen und funktionalen Kriterien kategorisiert. Weiters werden die Vor- und Nachteile einzelner Lösungen herausgearbeitet. Schließlich wird der aktuelle Stand der Patente im Bereich der Atemschutzüberwachung dargelegt.

Nach der Analyse von Vorgehensweise der Feuerwehr und Stand der Technik wird in **Kapitel 4** der Prozess der Atemschutzüberwachung in seine einzelnen Funktionen und Aufgaben zerlegt. Diese werden hinsichtlich Priorität für die Feuerwehr, technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit analysiert. Die Funktionen werden im Detail gemeinsam mit der Seminararbeit [Fru15] ausgearbeitet.

Kapitel 5 stellt das Konzept der Atemschutzüberwachung vor. Hierzu wird zunächst die Stand-Alone-Atemschutzüberwachung, gegliedert in eine Grund- und erweiterte Version, dargestellt. Im Anschluss erfolgt die Vorstellung von Möglichkeiten der vernetzten Überwachung. Mögliche Erweiterungen werden ebenfalls kurz dargelegt.

Eine Diskussion der Ergebnisse und einen Ausblick auf weitere Entwicklungen im Bereich des Atemschutzeinsatzes werden in **Kapitel 5** angeführt und bilden den Abschluss dieser Arbeit.

Kapitel 2

Anforderungen und Vorgehensweise der Feuerwehr

In diesem Kapitel sollen die Anforderungen, die sich aus den Dienstvorschriften und den Bedürfnissen der Feuerwehren ergeben, aufgezeigt werden sowie ein typischer Verlauf eines Atemschutzeinsatzes abgehandelt werden. Dabei gibt es teilweise große Unterschiede zwischen den einzelnen Staaten, insbesondere zwischen Amerika und Europa. Von manchen Ländern wird das deutsche FeuerwehrsysteM als Vorbild herangezogen (so etwa von den Vereinigten Arabischen Emiraten). Daher und aufgrund der detaillierten Vorschriften, der Sprache und des primären Zielmarktes für die Firma Rosenbauer International AG, wird sich die Analyse schwerpunktmäßig auf den deutschsprachigen Raum, wo sich die Vorgehensweise zwischen den einzelnen Ländern nur geringfügig unterscheidet, konzentrieren.

2.1 Der Musterablauf eines Atemschutzeinsatzes am Beispiel des steirischen Feuerwehrwesens

Den Ausgangspunkt bildet in diesem Abschnitt aufgrund der Herkunft des Autors das steirische Feuerwehrwesen. In der Steiermark wird einheitlich die Solinger Tafel (Modell E30DS [23]) (vgl. Seite 17, sowie Abbildung 2.1a) als Atemschutzüberwachungstafel sowie der Super PASS 2 [10] als Totmannwarner (vgl. Seite 24, sowie Abbildung 2.1b) verwendet, wobei die Tallys zur Aktivierung der Überwachungstafel am Schlüssel des Totmannwarners befestigt sind [Lan13]. Je nach tatsächlich verwendeter Überwachungslösung ändert sich die Vorgehensweise im Detail ein wenig, die Grundtätigkeiten bleiben dieselben.

2.1.1 Der Standardeinsatz mit einem Atemschutztrupp

Der grundsätzliche Ablauf eines Atemschutzeinsatzes ist in Abbildung 2.2 dargestellt. Nach dem Eingehen des Notrufes in der Alarmzentrale wird die zuständige Feuerwehr alarmiert. Diese rückt mit mindestens einem Löschfahrzeug zum Einsatzort aus. Aufgrund der Alarmmeldung rüsten sich die Feuerwehrmänner mit den Atemschutzgeräten und der Zusatzausrüstung während der Anfahrt aus. Wird die Überwachungstafel in der Mannschaftskabine aufbewahrt, kann die (handschriftliche) Registrierung der Personen bereits während der Anfahrt erfolgen. Nach Erreichen des Einsatzortes erkundet der Fahrzeugführer die La-



(a) Solinger Tafel E30DS [23].



(b) Super PASS 2 [10].

Abbildung 2.1: Die derzeitige Ausrüstung zur Atemschutzüberwachung bei den steirischen Feuerwehren.

ge und gibt der Besatzung den entsprechenden Einsatzbefehl (Beispiel: „Atemschutztrupp zur Brandbekämpfung mit HD-Rohr ins 2. Obergeschoss über das Stiegenhaus vor!“). Der für die Überwachung Verantwortliche (Maschinist, Gruppenführer, Melder) erfasst spätestens jetzt die Daten des Atemschutztrupps und notiert den niedrigsten Flaschendruck an der Überwachungstafel. Der Trupp aktiviert seinen Totmannwarner durch das Abziehen der Schlüssel, welche dem Überwacher übergeben werden. Mit dem ersten Atemzug über das Atemschutzgerät wird die Restzeitüberwachung durch das Einschieben der Tallys in die Tafel gestartet. Der Trupp darf den Einsatz erst beginnen, sobald ein Rettungstrupp verfügbar ist.

Nachdem das Einsatzziel (beispielsweise der Brandherd) erreicht wurde, erfolgt eine Rückmeldung per Funk mit dem niedrigsten Flaschendruck. Diese Information wird benötigt, um den spätesten Rückzugszeitpunkt zu errechnen (zur detaillierten Ausarbeitung der Einsatzzeitberechnung siehe Seite 36). Primär ist der Trupp selbst für die Überwachung des Restluftvorrates verantwortlich. Die Atemschutzüberwachung dient hier nur als zusätzliche Absicherung. Bei $1/3$ und $2/3$ der Grundeinsatzzeit erfolgt eine Erinnerung an die Druckkontrolle durch die Atemschutzüberwachung. Nach Erfüllung des Auftrages, beziehungsweise aufgrund des zur Neige gehenden Luftvorrates, tritt der Trupp den Rückzug an und teilt dies ebenfalls per Funkspruch mit. Weiters kann dem Trupp per Funkspruch der Rückzug angeordnet werden (etwa durch mögliche Einsturzgefahr oder der Hinweis auf das Ende der Einsatzzeit durch die Atemschutzüberwachung). Nachdem der Trupp das Gebäude verlassen hat, meldet er sich bei der Atemschutzüberwachung zurück und deaktiviert den Totmannwarner. Restdruck und Zeit werden ebenfalls erfasst. Die Geräte werden wieder betriebsbereit gemacht und die Daten der Atemschutzüberwachung werden in die Einsatzdokumentation übernommen.

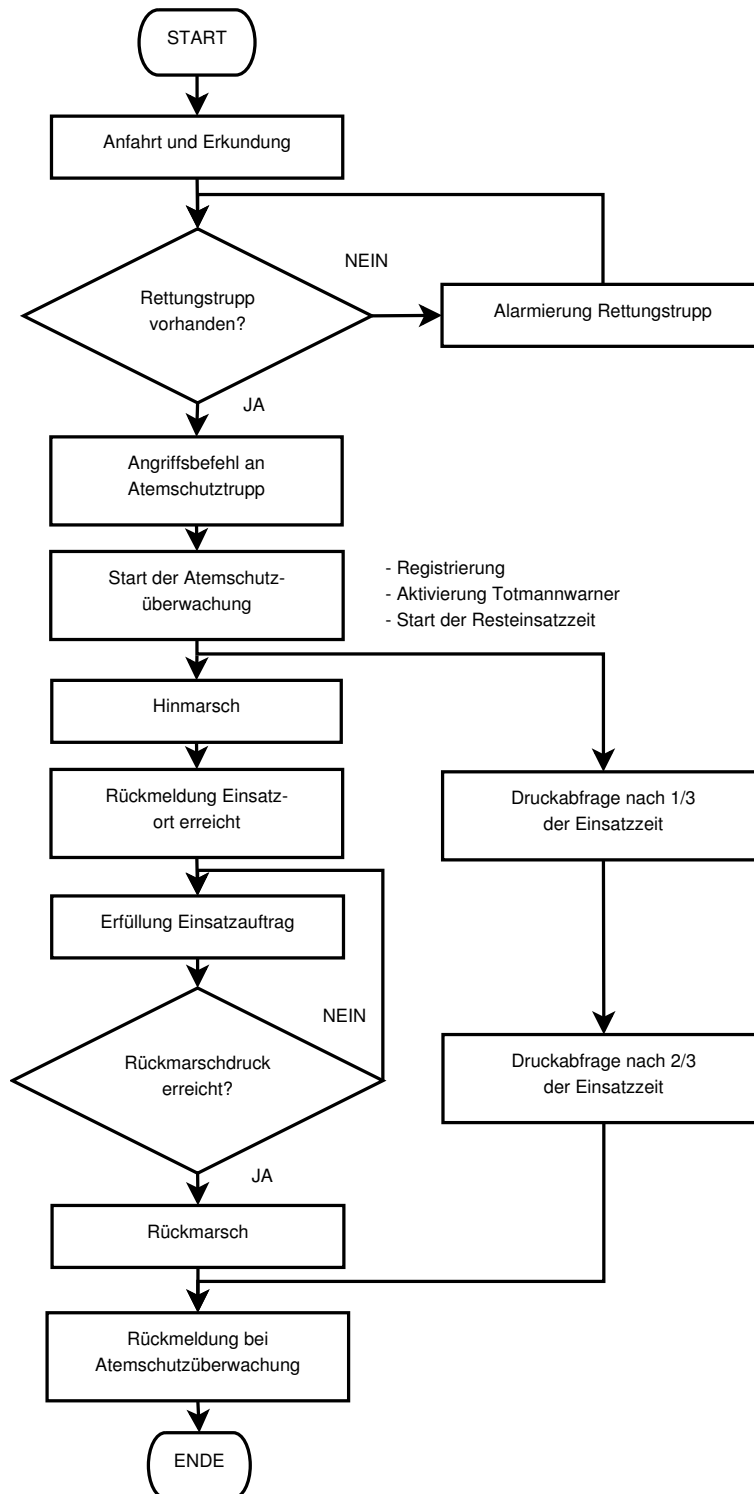


Abbildung 2.2: Der Prozessablauf eines Einsatzes mit einem Atemschutztrupp.

2.1.2 Einsatz des Atemschutzrettungstrupps

Wie zuvor erwähnt, muss bei jedem Atemschutzeinsatz ein Rettungstrupp in Bereitschaft stehen. Dieser hat die Aufgabe, im Falle eines Unfalles rasch zur Hilfe zu eilen. Mögliche Ursachen für einen Einsatz können die Nichterreichbarkeit des Trupps über Funk [Aus04, Seite 11], eine Hilfmeldung über körperliche Probleme oder der Verlust der Orientierung durch den Trupp sein. Dabei ist der Status des Rettungstrupps von „in Bereitschaft“ auf „im Einsatz“ in der Atemschutzüberwachung zu ändern (je nach Ausführung beispielsweise durch Umstecken der Tallys bei der Solinger Tafel) [CAL⁺11, Seite 332]. Die Orientierung zur Suche erfolgt meist entlang der vorgetragenen Löschleitung oder Führungsleine. Unfallberichte (etwa [Ste07]) haben gezeigt, dass sich der verunfallte Trupp aber nicht immer dort aufhält, was auch die Notwendigkeit der Ortung (siehe auch Seite 24 und [Fru15]) bedingt.

2.1.3 Besonderheiten bei Großeinsätzen

Bei größeren Einsätzen, wo mehrere Atemschutztrupps eingesetzt werden, wird, wie in Abbildung 2.3 gezeigt, ein Atemschutzsammelplatz eingerichtet. Dieser dient als logistische Sammelstelle, wo etwa neu eintreffende Trupps gesammelt werden (1.) und bei Bedarf zur entsprechenden Atemschutzüberwachung entsendet werden (2.), von dort aus sie in den Atemschutzeinsatz gehen (3.) [CAL⁺11, Seite 108]. Eine Zeitüberwachung darf hier jedoch nicht erfolgen [Ö07, Seite 56] (implizit auch [Aus04, Seite 12]), diese verbleibt bei der Atemschutzüberwachung vor Ort. Atemschutztrupps, die ihren Einsatzauftrag beendet haben (4.), nehmen nach Abmelden bei der Atemschutzüberwachung beim Atemschutzsammelplatz ihre Geräte wieder in Betrieb (etwa durch Tausch der Pressluftflaschen) (5.) und können sich von ihrer körperlich anstrengenden Tätigkeit regenerieren, um danach wieder in den nächsten Einsatz (2.) zu gehen. Die Verwaltung erfolgt dabei handschriftlich mittels Stift und Formular.

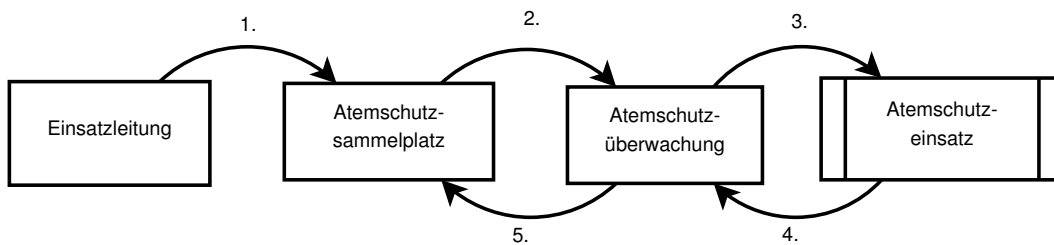


Abbildung 2.3: Der Einsatzablauf mit einem Atemschutzsammelplatz.

An unübersichtlichen Einsatzstellen, etwa bei Zugängen über mehrere Gebäudeseiten oder bei einer größeren Anzahl an eingesetzten Einheiten, erfolgt eine Bildung von Einsatzabschnitten, die dem Einsatzleiter unterstellt sind und auf taktischer Ebene ihre unterstellten Einheiten selbstständig führen [GCdVS09, Seite 71], [CAL⁺11, Seite 107]. Diese Struktur ist gemeinsam mit dem Atemschutzsammelplatz und der Einsatzleitung (eine Hilfsstelle des Einsatzleiters) in Abbildung 2.4 dargestellt. Für jeden Zugang oder Einsatzabschnitt

ist ein eigener Rettungstrupp erforderlich [Ö07, Seite 43], [Aus04, Seite 11]. Für den Einsatzleiter oder Abschnittsleiter ist es interessant, aktuelle Informationen über den Status und die Anzahl der eingesetzten Trupps zu haben. Telemetriesysteme (vgl. Seite 22) sind derzeit die einzigen Lösungen, die einen Informationsaustausch zwischen den einzelnen Überwachungssystemen ermöglichen [19]. Die Atemschutzüberwachung wird grundsätzlich von jedem Gruppenkommandanten durchgeführt.

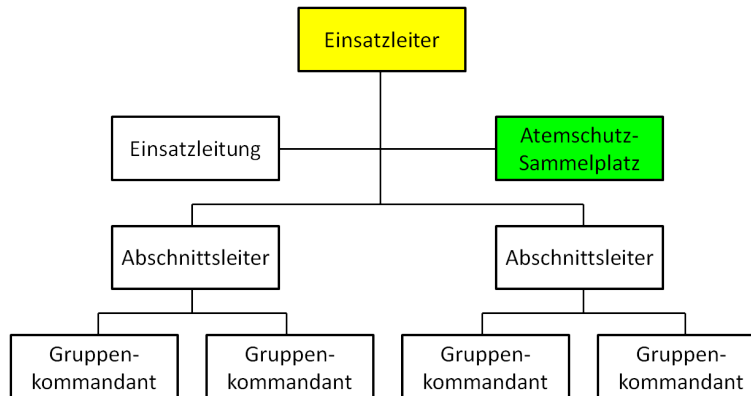


Abbildung 2.4: Die generische Führungsstruktur eines größeren Brandeinsatzes (in Anlehnung an [GCdVS09, Seite 91]).

2.2 Dienstvorschriften

Die länderspezifischen Dienstvorschriften zum Thema Atemschutz inkludieren auch Ausführungen über die Atemschutzüberwachung. Wie bereits eingangs erwähnt, liegt der Fokus im deutschsprachigen Raum.

2.2.1 Fachheft 6 Atemschutz (Österreich)

In Österreich sind die Bundesländer für die Regelung des Feuerwehrwesens zuständig (Artikel 78d Absatz 1 Bundes-Verfassungsgesetz). Es wird jedoch teilweise Einheitlichkeit durch den Österreichischer Bundesfeuerwehrverband (ÖBFV) angestrebt, unter anderem auch durch sogenannte Fachschriftenhefte, die zwar keinen normativen Charakter haben, jedoch als Basis für den Feuerwehreinsatz oder für die länderspezifischen Regelungen dienen. So gibt es auch das Fachheft 6 Atemschutz [Ö07], welches auch Ausführungen zur Atemschutzüberwachung beinhaltet:

Die nachfolgenden Daten sollen an der Atemschutzüberwachung dokumentiert werden [Ö07, Seite 55, 121f]:

- Namen der Einsatzkräfte
- Taktische Bezeichnung des Trupps
- Einsatzziel und -ort
- Einsatzabschnitt

- Gerätetyp¹
- Uhrzeit und Flaschendruck zu Beginn des Atemschutzeinsatzes
- Flaschendruck, wenn der Einsatzort erreicht wurde
- Bemerkungen

Weiters soll eine Atemschutzüberwachung folgende Funktionen erfüllen:

- Anzeige der aktuellen Uhrzeit
- Anzeige der Einsatzzeit je Trupp
- mindestens 10 Sekunden andauerndes Warnsignal nach bestimmter Einsatzzeit (etwa 1/3, 2/3 der Grundeinsatzzeit)
- dauerndes, nur manuell quittierbares, Warnsignal bei Überschreitung der maximalen Einsatzzeit

Für das Überwachungsgerät wird eine hohe Ausfallssicherheit der Mechanik und Elektronik gefordert, da es bei extremen Bedingungen wie Nässe oder Kälte eingesetzt wird [Ö07, Seite 121].

Das Fachheft 6 macht auch Ausführungen zum bereits zuvor erwähnten Atemschutzsammelplatz, welchem ausdrücklich nicht die Zeitüberwachung zukommt [Ö07, Seite 56]. Eine entsprechende Überwachungstafel oder ein Formblatt soll dabei zumindest folgende Informationen enthalten [Ö07, Seite 122]:

- die aktuelle Uhrzeit
- Einsatzabschnitte
- Leiter der Einsatzabschnitte
- eingesetzte Einheiten im Abschnitt
- Erfassung der Trupps mit ihrem Status²
- Erfassung der Pressluftflaschen³

Das Vorgehen unter Atemschutz ist nur zulässig, wenn bei Einsatzbeginn ein Rettungstrupp an der Einsatzstelle bereit steht oder sich bereits auf der Anfahrt befindet. Bei unübersichtlichen Einsatzstellen kann es erforderlich sein, die Anzahl der Rettungstrupps zu erhöhen [Ö07, Seite 43]. Bei jedem Einsatz ist eine Atemschutzüberwachung von Beginn an durchzuführen [Ö07, Seite 43 und 54]. Ein Feuerwehrmann darf nur in den Einsatz gehen, wenn er über eine gültige ärztliche Tauglichkeitsuntersuchung verfügt sowie im letzten Jahr bei zwei Atemschutzübungen aktiv teilgenommen hat [Ö07, Seite 33-34].

2.2.2 Feuerwehr Dienstvorschrift 7 (Deutschland)

Im Gegensatz zu Österreich besteht in Deutschland in der Regel ein Atemschutztrupp nur aus zwei Geräteträgern [Aus04, Seite 10]. Die einschlägige FwDV 7 verlangt folgende

¹Einflaschen-Pressluftatmer (PA) (200bar), Zweiflaschen-PA (300bar), Langzeitatmer (LZA), Sauerstoffkreislaufgerät (SKG) [CAL⁺11, Seite 182]. Siehe hierzu auch Tabelle 4.1 auf Seite 39.

²Einsatz, Bereitschaft, Rettungstrupp, Regeneration

³Das Formblatt des Landesfeuerwehrverband (LFV) Steiermarks verfügt etwa nicht über diese Felder.

Daten, die im Laufe des Atemschutzeinsatzes für die Registrierung bzw. dem Atemschutznachweis dokumentiert werden sollen [Aus04, Seite 11]:

- Bezeichnung der Einheit
- Uhrzeit am Beginn, bei 1/3 und 2/3 der Einsatzzeit
- Erreichen des Einsatzzieles
- Rückzugsbeginn
- Namen der Atemschutzgeräteträger
- Datum
- Einsatzort
- Geräteart
- Dauer des Atemschutzeinsatzes

Eine Druckverbrauchsberechnung durch die Atemschutzüberwachung ist dabei nicht zwingend notwendig [RS03, Seite 8], dies bleibt in der Verantwortung des Atemschutztrupps. Zur Atemschutzüberwachung sollen geeignete Hilfsmittel zur Verfügung stehen [Aus04, Seite 11]. Als Mindestausrüstung ist jedoch Papier und Bleistift ausreichend [RS03, Seite 8].

2.2.3 Reglement Basiswissen (Schweiz)

Die Überwachung des Feuerwehrwesens und das Erlassen von Vorschriften erfolgt in der Schweiz durch die Kantone. Seit Jänner 2013 gilt für die gesamte Schweiz und Lichtenstein das Reglement Basiswissen [G⁺13] als Grundlage für Einsatz und Ausbildung, welches in Kapitel 7 auch den Atemschutzeinsatz regelt und den Kantonen zur Einführung und Umsetzung empfohlen wird. Davor war das SFV⁴ Reglement „Atemschutz im Feuerwehrdienst“ in Kraft. Im Gegensatz zu Deutschland und Österreich wird hier vom Begriff Truppüberwachung anstelle von Atemschutzüberwachung gesprochen.

Vom Truppüberwacher soll eine überschaubare Anzahl von Trupps (erfahrungsgemäß 3 bis 4), bestehend aus mindestens zwei Feuerwehrmännern, überwacht werden. Ihm stehen dabei als Überwachungsmittel Signalhorn, Funkgerät, Überwachungstafel und Überwachungsprotokoll zur Verfügung. Anders als in Deutschland und Österreich, ist zum Trupp ein Funkspruch abzusetzen, wenn 5 Minuten kein Kontakt herrscht. Somit befinden sich auch entsprechend mehr Kontrollfelder für Zeit und Druckabfragen am Protokoll (siehe Abbildung B.1 im Anhang auf Seite 59), im Vergleich zur 1/3 und 2/3 Abfrage in Deutschland und Österreich. Weiters wird am Beginn anstelle des niedrigsten Druckes, der höchste Flaschendruck im Trupp erfasst (zur Diskussion des Unterschiedes vgl. Seite 36). Für den Rückmarsch ist ein ausreichender Atemluftvorrat vorzusehen. Weiters hat sich der Trupp bei 2/3 des Luftvorrates Gedanken über den Rückzug gemäß der ART⁵-Regel zu machen. Dies ist vergleichbar mit der Druckabfrage nach 1/3 der Einsatzzeit in Österreich und Deutschland [G⁺13, Seite 165-185].

⁴Schweizerischer Feuerwehrverband (SFV)

⁵Anmarsch, Rückweg, Trupp

2.3 Fachliteratur und Expertenmeinungen

[CAL⁺11] aus der Reihe Einsatzpraxis von Ulrich Cimolino gilt als das deutschsprachige Standardwerk zum Themenbereich Atemschutz und Atemschutzüberwachung. Die Autoren führen hier auch einige Anforderungen an ein Atemschutzüberwachungssystem aus. Teilweise haben diese bereits Einklang in die Dienstvorschriften geschafft. Weiters beschäftigt sich auch das Sachgebiet 3.3 Atemschutz des ÖBFV [22] mit dem Thema Atemschutzüberwachung und hat in ihrem Positionspapier [Ö11] Anforderungen und Verbesserungsmöglichkeiten durch technische Hilfsmittel herausgearbeitet.

Von den Geräten wird eine hohe Ausfallsicherheit und Robustheit (stoß- und fallsicher, wasserdicht) gefordert. Insbesondere dürfen die Daten (registrierten Trupps) nicht durch einen Computerabsturz verloren gehen [Ö11]. Das Überwachungsgerät sollte in der Mannschaftskabine montiert sein, damit Eintragungen bereits während der Anfahrt erfolgen können [CAL⁺11].

Die Registrierung eines Trupps muss einfach, durch einen Schritt, ohne zusätzlicher Tastatureingabe erfolgen [Ö11]. Es müssen mindestens drei Trupps erfasst werden können, wobei dessen Geräteart und somit auch die Grundeinsatzzeit ersichtlich sein soll. Dabei sind eingesetzter und bereitgestellter Rettungstrupp deutlich zu unterscheiden [CAL⁺11]. Bei der Entwicklung eines Registrierungsgerätes ist eine Schnittstelle zur Notsignalaufnahme vorzusehen [Ö11].

Bei automatischer Auslösung der Zeitüberwachung muss die manuelle Veränderung der Restzeit ebenfalls möglich sein [CAL⁺11, Seite 185]. Besser ist es, den aktuellen Flaschendruck einzustellen und daraus die Restzeit zu berechnen. Dabei ist es wichtig, den richtigen Umrechnungsfaktor (Luftverbrauch) zu verwenden (zur Diskussion dieser Thematik siehe Abschnitt 4.3). Weiters mag es auch sinnvoll sein, jeden Atemschutzgeräteträger im Trupp einzeln zu erfassen, da der Luftverbrauch unterschiedlich ist [CAL⁺11].

Wird ein Telemetriesystem (vgl. Seite 22) verwendet, so müssen Trupps ohne Telemetrie ebenfalls mitüberwacht werden können. Weiters ist sicherzustellen, dass sich ein Gerät nicht in ein fremdes Überwachungsgerät einbucht, nur weil das eigene noch nicht hochgefahren ist [CAL⁺11]. [May11] stellt dabei die aktuellen Entwicklungen der Telemetrie in Frage. Es werden hier sehr teure Lösungen am Markt angeboten, welche den tatsächlichen Bedürfnissen der Feuerwehren nicht entsprechen. Bei den telemetrischen Systemen werden die Druckinformationen mit großem Aufwand nach draußen übertragen, dort bei der Atemschutzüberwachung verarbeitet (z.B. Errechnung des Rückzugszeitpunktes), nur um diese Information dann per Funk wieder nach drinnen zu übertragen [Ö11].

Der Atemschutztrupp ist für die Druckkontrolle gemäß den Dienstvorschriften [Ö07, Seite 50] selbst verantwortlich. In der Praxis ist das Ablesen des Flaschendruckes nur durch Anheben des Manometers möglich. In Stresssituationen kann häufig darauf vergessen werden. Die oben beschriebene Einsatzzeitkontrolle außerhalb des Gebäudes ist daher nur eine Behelfslösung. Zu bevorzugen wäre ein vom Atemschutzgeräteträger getragenes System, das auf eine Druckkontrolle nach einer gewissen Zeit aufmerksam macht oder sogar den aktu-

ellen Druck mittels Head-up-Display in der Atemschutzmaske anzeigt. Weiters könnte der Vormarschdruckabfall durch Drücken eines „Angekommen“-Knopfes am Gerät berechnet werden und somit automatisch auf den Rückzug hinzuweisen. Hierbei ist man aber vom Atemschutzgerät abhängig, was eine einheitliche Schnittstelle für einen Drucksensor in der Industrie erfordert [Ö11].

Zu Maßnahmen der Atemschutzüberwachung ist auch das Signalisieren eines Atemschutznunfalles zu zählen. Dies kann durch einen Notruf über den Sprechfunk, durch Warnsignale (etwa vom Personal Alert Safety System (PASS) oder der Fahrzeughupe) oder durch Datenfunk erfolgen. Das Notsignal sollte dabei an ein Sprech- oder Datenfunkgerät gekoppelt sein und vom Registrierungssystem empfangen werden. Eine Übertragung in die andere Richtung ist ebenfalls interessant, um eine Evakuierung einzuleiten. Diese Funktionen werden derzeit von den Telemetriesystemen bereits erfüllt. Nachteilig dabei ist, dass diese Systeme immer an den Hersteller des Atemschutzgerätes gekoppelt sind [Ö11].

2.4 Spezifische Einsatzpraxis

Um eine optimale Lösung zu entwickeln, ist auch ein fundiertes Verständnis der zukünftigen Benutzer notwendig, wie es etwa die Methode des Contextual Inquiry im Usability Engineering vorsieht [RF13, Seite 30]. Daher wurden Erhebungen im Umfeld der Feuerwehr durch Interviews und Beobachtungen bei Einsätzen und Übungen durchgeführt. Es ist von Interesse, die Bedürfnisse und den Ist-Stand der Atemschutzüberwachung zu erfassen. Beobachtungen in der Praxis haben gezeigt, dass die tatsächliche Vorgehensweise der Feuerwehren nicht immer vollständig den Dienstvorschriften beziehungsweise dem in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Musterablauf entsprechen.

2.4.1 Atemschutzüberwachung im Einsatz

In Österreich gibt es nur in der Steiermark mit der Solinger Tafel (vgl. Seite 17) und Kärtnerinnen mit der Checkbox 5+1 (vgl. Seite 19) landesweit ein einheitliches Überwachungsgerät durch eine Förderung des jeweiligen Landesfeuerwehrverbandes [Lan13], [KT08]. In den übrigen Bundesländern sind die Systeme teilweise von Feuerwehr zu Feuerwehr verschieden, teilweise wird für einen Bezirk ein einheitliches System angeschafft (beispielsweise für Innsbruck [27]). Dabei ist die Checkbox stark verbreitet [Pai15]. Andererseits haben, speziell kleinere Feuerwehren, teilweise noch gar kein Atemschutzüberwachungssystem oder nur sehr primitive Systeme mit Papier und Eieruhr im Einsatz [Pai15]. Die Freiwillige Feuerwehr (FF) Amstetten verwendet beispielsweise einen Eigenbau, bestehend aus einer Blechtafel mit Klettern und einer Eieruhr. Zur Registrierung werden die Namensschilder von der Uniform an der Tafel angebracht und die Uhr auf die Standardzeit eingestellt. Die Feuerwehr hatte zuvor die Checkbox im Einsatz, welche aber von der Mannschaft nicht akzeptiert wurde [Blu15]. Ein möglicher Grund ist das zeichenorientierte Betriebssystem in Kombination mit dem relativ kleinen Display, das insbesondere bei der jüngeren Generation sehr veraltet wirkt. Die FF Wels verwendet die Eurobox der Firma Pölz (vgl. Seite 17). Als größte Freiwillige Feuerwehr Österreichs gestaltet sich eine Systemumstellung als Herausforderung, da - wenn die gesamte Feuerwehr auf einmal auf das neue System umgestellt werden muss - dies mit erheblichen Kosten verbunden ist. Die FF Wels hat bei-

spielsweise 80 Atemschutzgeräte im Einsatz [SO15]. Das händische Ausfüllen der Felder der Solinger Tafel hat sich in der Praxis als unpraktisch gezeigt⁶. Auch werden die sich am Markt befindlichen Lösungen durch die Feuerwehren eher kritisch betrachtet, da man um diesen Preis auch bereits ein handelsübliches Tablet mit deutlich mehr Funktionen erhält [May15], [Pai15]

Die Größe einer Feuerwehr und dessen Einsatzaufkommen hat ebenfalls einen Einfluss auf die praktische Durchführung der Atemschutzüberwachung. Insbesondere Freiwillige Feuerwehren in größeren Städten, wie etwa Wels, sind im Alarmfall personalmäßig schwach besetzt. Oftmals kann keine eigene Person zur Atemschutzüberwachung abgestellt werden, das System sollte somit möglichst selbstständig funktionieren [SO15].

2.4.2 Atemschutzsammelplatz

Für die Funktion der übergeordneten Überwachung und Registrierung am Atemschutzsammelplatz (ASSP) gibt es bislang kein elektronisches System am Markt. Die Feuerwehren behelfen sich daher mit den klassischen Hilfsmitteln Zettel und Stift. Die Funktion wird in vielen Bezirken durch das Atemschutzfahrzeug (ASF) als Stützpunktfahrzeug übernommen (beispielsweise im LFV Oberösterreich [Pai15]). Die FF Wels behilft sich hier mit einem Laufzettel-System, wo jeder Atemschutztrupp am Sammelplatz einen Laufzettel erhält. Dieser wird beim jeweiligen Atemschutzeinsatz durch den für die Atemschutzüberwachung Verantwortlichen ergänzt und schließlich wieder beim ASSP abgegeben, damit dieser einen Überblick über die Tätigkeiten erhält [SO15]. Generell ist die Praxis üblich, dass bei Eintreffen des ASF beziehungsweise des Leiters des Sammelplatzes, dieser sich einen Überblick verschafft und mit einer Liste alle Atemschutztrupps und -überwachungen abläuft und erfasst. Manchmal erfolgt auch gar keine Registrierung und der ASSP wird als reine Logistikstelle gesehen, wo die Geräte wieder in Betrieb genommen werden und sich die Träger regenerieren können.⁷ In diesem Bereich gibt es also Verbesserungsbedarf und auch Potential für eine technische Lösung in Form einer vernetzten Atemschutzüberwachung.

2.4.3 Atemschutzverwaltung

Die Feuerwehren verwenden Softwarelösungen zur Verwaltung und Dokumentation ihrer Ausrüstung, Mitglieder und Tätigkeiten. Wie in Tabelle 2.1 gezeigt, sind in den einzelnen Landesfeuerwehrverbänden in Österreich verschiedene Systeme im Einsatz. Unter anderem können damit die Atemschutzgeräteträger (Ausbildungen, Übungen und Untersuchungen) verwaltet werden. In der Praxis wird jedoch parallel dazu von vielen Feuerwehren eine analoge Verwaltung der Atemschutzgeräteträger und Geräte aufgrund der Zeitersparnis bevorzugt⁸ [Rei15].

Daneben werden Softwarelösungen zur Geräteverwaltung, insbesondere von den Atemschutzwerkstätten verwendet. Diese übernehmen für eine Vielzahl an Feuerwehren die

⁶Einsatzerfahrungen des Autors

⁷Beobachtungen und Einsatzerfahrung des Autors

⁸Persönliche Erfahrung des Autors

Software	Verwender
FDISK	LFV Steiermark
	LFV Niederösterreich
	LFV Salzburg
FDIS	LFV Tirol
SyBOS	LFV Burgenland
	LFV Oberösterreich
	LFV Vorarlberg

Tabelle 2.1: Verwendete Feuerwehr-Verwaltungs-Software in Österreich [9], [25].

periodische Überprüfung und Reparaturen an der Atemschutzausrüstung. Zur Datenerfassung verfügen diese Lösungen über Radio Frequency Identification (RFID) oder Barcode-Schnittstellen. In Österreich sind die Prüfstände der Firma Menzel Atemschutztechnik GmbH weit verbreitet [Rei15].

Eine vernetzte elektronische Atemschutzüberwachung sollte Schnittstellen zu diesen Softwarelösungen anbieten können. Hierzu wären Gespräche mit den einzelnen Landesfeuerwehrverbänden notwendig.

2.5 Anforderungsanalyse

Neben den in Abschnitt 2.2 und 2.3 dargestellten Anforderungen aus einsatztaktischer Sicht sollen nun jene Anforderungen und Wünsche der Feuerwehren, die durch Beobachtungen und Interviews erhoben wurden, analysiert werden. Die primäre Zielgruppe im deutschsprachigen Markt sind die freiwilligen Feuerwehren⁹. Dementsprechend sind auch andere Anforderungen an ein System im Vergleich zu hauptberuflichen Kräften zu stellen.

2.5.1 Identifikation der Benutzergruppen

Durchschnittsuser Der Durchschnittsuser hat wahrscheinlich keine Einschulung auf das Gerät bekommen und hat nur grundlegende Kenntnisse über den Atemschutzeinsatz. Er muss also im Bedarfsfall die Atemschutzüberwachung intuitiv in ihrer Grundfunktionalität bedienen können. Hintergrund dafür ist, dass bei vielen ehrenamtlichen Helfern die Einsatz- und Übungspraxis eher gering ist und sie somit auch nicht auf alle Ausrüstungsgegenstände bestens geschult sind. In Grundzügen wurde dies etwa auch beispielsweise bei der Solinger Tafel berücksichtigt: der Benutzer muss einfach nur den Tally einschieben und die Einsatzrestzeit beginnt zu laufen. Nach 10 Minuten fängt das Gerät an zu piepsen und der Benutzer wird an die Überwachungsaufgabe erinnert.

Experte Daneben gibt es in einer Feuerwehr auch Personen, die sich mit einer Thematik, etwa dem Atemschutzeinsatz, intensiv auseinandersetzen. Diese Personengruppe wird sich auch eher dafür einsetzen, um Innovationen und technische Neuerungen in die Feuerwehr zu bringen. Das angestrebte System soll somit auch noch optionale Zusatzfunktionalitäten

⁹In Österreich gibt es beispielsweise 4.531 freiwillige Feuerwehren zu 6 Berufsfeuerwehren [21].

bieten, mit denen Begeisterungsfaktoren für Experten geboten werden.

Hierbei wurden die beiden Extrempositionen skizziert. In der Praxis ist der Übergang dazwischen natürlich fließend. Weiter kann anhand der Funktion im Einsatz zwischen folgenden Benutzergruppen unterschieden werden:

Feuerwehrmann Für die Durchführung der Atemschutzüberwachung ist im Einsatzfall oftmals der Maschinist, Melder oder Gruppenkommandant verantwortlich.

Führungskraft Eine Führungskraft, etwa Einsatz- oder Abschnittsleiter, möchte aus einem System die für ihn relevanten taktischen Informationen (etwa Anzahl der Trupps, deren Aufgabe, Zugang und Einsatzrestzeit) entnehmen können, um die weitere Einsatzplanung zu erleichtern. Detailinformationen, wie Namen der Feuerwehrmänner, Flaschendruck oder Geräteart sind dagegen auf dieser Ebene nicht relevant. Eine gute Dokumentation ist für sie ebenfalls relevant, um den Einsatzverlauf und die Entscheidungen nachträglich rechtfertigen zu können.

Atemschuttsachbearbeiter Dem Sachbearbeiter für Atemschutz in einer Feuerwehr kommen die Aufgaben der Wartung der Geräte sowie Aus- und Fortbildung der Atemschutzgeräteträger zu. Im Einsatzfall wird er auch oft mit der Leitung des Atemschutzsammelplatzes betraut. Für ihn sind die statistischen Daten, etwa welche Träger oder Geräte im Einsatz waren, mit welchen Einsatzzeiten und durchschnittlichem Luftverbrauch ebenfalls interessiert. Er ist fachlich dafür verantwortlich, dass die Atemschutzeinsätze ordnungsgemäß verlaufen und somit an einer guten Dokumentation interessant. Er wird sich auch für die Einführung eines neuen Systems einsetzen und wird die Administration der Daten übernehmen.

Daneben existieren noch der Feuerwehrkommandant, als Entscheidungsträger für die Anschaffung eines neuen Systems, sowie der Landesfeuerwehrverband, der beispielsweise über Förderungen ein einheitliches System vorgeben kann.

2.5.2 Usability

Neben den speziellen Benutzerbedürfnissen ergeben sich auch ganz allgemeine Anforderungen an die Usability eines Systems. Schließlich sind auch „soziale“ Faktoren für die erfolgreiche Einführung eines Systems zu beachten.

Ein neues technisches System muss von der Mannschaft akzeptiert werden, wie es bereits das Beispiel aus Amstetten gezeigt hat. Dabei ist es ebenfalls wichtig, erst ein voll ausgereiftes System am Markt einzusetzen, da es sonst sofort als unbrauchbar abgestempelt und von der Mannschaft abgelehnt wird [May15]. Die verwendete Technologie spielt ebenfalls eine Rolle für die Akzeptanz, so wirkt etwa die Checkbox mit ihrer LCD-Anzeige und dem Mikrocontroller basierten zeichenorientierten Betriebssystem doch eher veraltet.

Ein System muss, wie auch bereits oben beschrieben, einfach zu bedienen sein, und auch mit Handschuhen, unter Stress und Nervosität um drei Uhr in der Früh bei minus 10

Grad funktionieren. Es muss fehlerverzeihend sein und braucht eine klare Menüführung, bei der man sofort zur Grundansicht zurückkommt (ein Tastendruck bzw. automatisch nach einer gewissen Zeit ohne Eingabe) [Rei15]. Es bedarf weiters eines großen Displays, wo alle Informationen leicht ersichtlich sind [JHTL04].

Der Registrierungsprozess wird oftmals durch ein Anreizsystem unterstützt, in dem etwa bei der Registrierung vor dem Einsatz ein persönlicher Gegenstand, etwa das Namensschild oder der Schlüssel zur Deaktivierung des Bewegungslosmelders übergeben wird, den man nach dem Einsatz wieder zurück möchte und sich daher wieder bei der Registrierungstelle meldet.

2.5.3 Wirtschaftliche Sichtweise

Das Grundproblem für die wirtschaftlich sinnvolle Entwicklung eines Systems liegt in der föderalen Struktur des Feuerwehrwesens im deutschsprachigen Raum. Die Landesfeuerwehrverbände beziehungsweise einzelne Feuerwehren entscheiden selbst, welches System sie verwenden möchten. Für eine Neuentwicklung können daher keine großen Stückzahlen garantiert werden, welche zur Abdeckung der fixen Entwicklungskosten notwendig wären. Aus diesem Grund soll versucht werden, möglichst auf Standardkomponenten zurückzugreifen. Mit einer Softwarelösung sind kundenspezifische Anpassungen und Änderungen am leichtesten möglich. Um dennoch die optimale Lösung zu entwickeln, wird eine Kooperation mit allen Feuerwehrverbänden notwendig sein, um ein einziges einheitliches Produkt für alle Feuerwehren zu entwickeln. Damit können die entsprechenden Stückzahlen und somit auch der wirtschaftliche Erfolg eines Entwicklungsprojektes gesichert werden.

Um auf eine entsprechende Stückzahl zu kommen, ist es sinnvoll, eine abgespeckte Grundversion einer Atemschutzüberwachung zu erstellen, die nur die Mindestanforderungen erfüllt und daher breit bei allen Feuerwehren eingesetzt werden kann. Entsprechende Erweiterungen, wie etwa eine vernetzte Überwachung, die zur Grundversion kompatibel sind, werden zu einem Aufpreis an interessierte Feuerwehren angeboten.

Kapitel 3

Stand der Technik

3.1 Markt- und Produktanalyse

Dieses Kapitel untersucht die sich am Markt befindlichen Atemschutzüberwachungslösungen. Als Ausgangspunkt bildet eine Liste bestehender Überwachungslösungen von Ulrich Cimolino [CAL⁺11, Seite 245ff]. Die Analyse des Produktumfeldes am Beginn eines Entwicklungsprojektes ist von großer Bedeutung, um herauszufinden, wie weit eine Neuentwicklung überhaupt sinnvoll ist. In Verbindung mit Kapitel 2 gilt es herauszufinden, ob alle Bedürfnisse der Feuerwehren bereits erfüllt werden. Die Funktionen der bestehenden Lösungen dienen auch als Ideenpool, um ein „Best Of“ aus bestehenden Produkten zu generieren. Durch Kenntnis der konkurrierenden Produkte können Unterscheidungsmerkmale und Vorteile der eigenen Lösung herausgearbeitet werden, insbesondere auch für das Marketing. Die Namen der wichtigsten Hersteller sind auch für die nachfolgende Patentrecherche in Kapitel 3.2 erforderlich.

Insgesamt wurden 25 verschiedene Produkte untersucht und dabei ihre Funktionen sowie deren Vor- und Nachteile herausgearbeitet. Schwerpunktmäßig wurde ebenfalls der DACH-Zielmarkt untersucht. Dabei wurden Lösungen mit ähnlichen technischen und funktionalen Merkmalen in vier Produktkategorien zusammengefasst, welche in Abbildung 3.1 nach Preis und Funktionsumfang in der Produktlandschaft eingeordnet wurden. Daneben ist auch die geplante Platzierung der Überwachungslösung der gegenständlichen Masterarbeit mit geringem Preis und recht großem Funktionsumfang ersichtlich. In den nachfolgenden Abschnitten werden die einzelnen Produktkategorien und Lösungen beschrieben.

3.1.1 Klassische Atemschutzüberwachungstafeln

Tabelle 3.1 zeigt eine Auswahl der sich am Markt befindlichen Atemschutztafeln. Jeder Hersteller bietet dabei unterschiedliche Ausführungsformen an, die sich teilweise an die speziellen Anforderungen und Wünsche einzelner Bundesländer oder Feuerwehren richten. Allen gemeinsam ist aber, dass sie so aufgebaut sind, wie es die Dienstvorschriften (vgl. Abschnitt 2.2) fordern. Jede Tafel hat Felder zum händischen Eintragen der geforderten Daten je Trupp, eine Uhr sowie eine Restzeitanzeige. Die Restzeit wird automatisch basierend auf einem fixen Luftverbrauch berechnet, weiters ist der Flaschendruck korri-

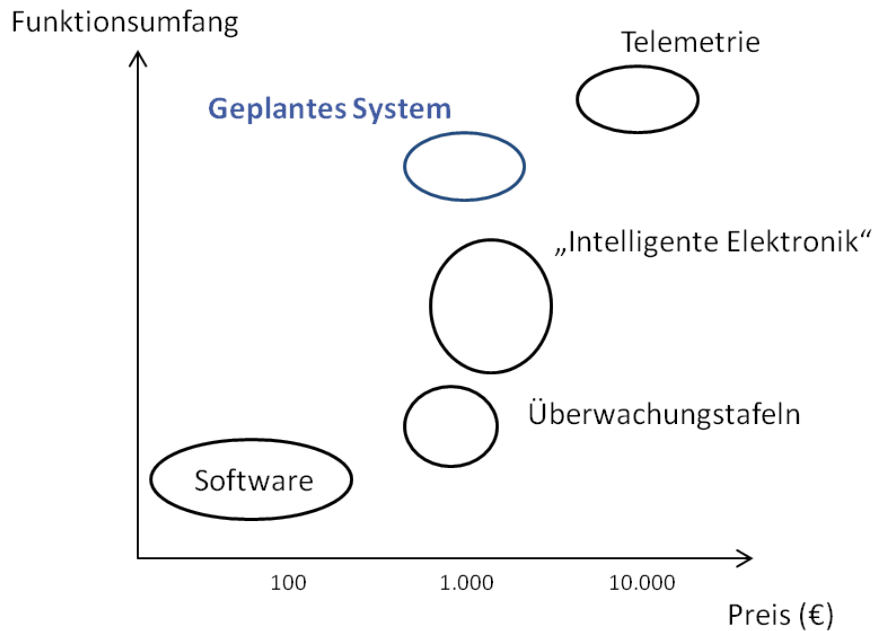


Abbildung 3.1: Kategorisierung der Produktgruppen nach Preis und Funktionsumfang.

gierbar, sollte der errechnete Restdruck vom tatsächlichen abweichen (zur Ausarbeitung der Einsatzzeitberechnung siehe Seite 36). In bestimmten Zeitabschnitten werden Warnsignale abgegeben. Weiters gibt es Steckplätze für Karten bzw. Codierstecker. Durch die jeweilige mechanische Ausführung dieser Karten kann die Geräteart und daraus folgend die Grundeinsatzzeit und der Nennflaschendruck unterschieden werden. Die Solinger Tafel bietet einen extra Steckplatz für den in Bereitschaft stehenden Rettungstrupp im unteren Bereich [Pet10].

Produkt	Hersteller
atur	MR Steuertechnik
EUROBOX	Pölz Industrielektronik
Regis 500	Dräger
Solinger Tafel (Modell E30DS)	Peter Schmitt GmbH
tegasus control 300	tegasus GmbH

Tabelle 3.1: Auflistung einer Auswahl der sich am Markt befindlichen Atemschutztafeln.

3.1.2 Intelligente elektronische Atemschutzüberwachung

Die nächste Produktgruppe, durch den Autor als „intelligente elektronische Systeme“ bezeichnet, kennzeichnet sich durch eine eigene mikroprozessorgesteuerte Hardware, einer PC-Schnittstelle sowie durch die Verwendung einer Registrierungstechnologie wie in Tabelle 3.2 ersichtlich. Preislich liegen diese Lösungen etwas über den klassischen Über-

wachungstafeln. Durch die Verwendung einer Registrierungstechnologie, wie etwa RFID Transponder, können die Personen- und Gerätedaten automatisch eingelesen werden¹, was den Überwachungsprozess deutlich vereinfacht und eine Zeitreduktion bedeutet. Somit ist auch eine automatische Protokollierung des Einsatzes sowie eine Übertragung dieser Daten an einen PC zur weiteren Auswertung möglich.

Nachteilig an diesen Systemen ist, dass die zumeist proprietäre Hardware nicht für andere Aufgaben im Feuerwehreinsatz genützt werden kann, wie es hingegen bei einem Tablet der Fall wäre. Ebenfalls ist das Display, wie in Abbildung 3.3 ersichtlich, im Vergleich zu einem Tablet deutlich kleiner. Die Hardware ist technologisch ein wenig veraltet, da mittlerweile Tablet-ebenenfalls Registrierungstechnologien (wie RFID beziehungsweise Near Field Communication (NFC)) unterstützen und preislich sogar günstiger sind.

Produkt	Hersteller	Registrierung
AMS Atemschutz Melde System	PMA Elektronik	Barcode, Transponder
atur-D	MR Steuertechnik	Transponder
AUE 3000	fire & skills Developement	Chipkarte
Checkbox 5+1	Pölz Industrieelektronik	Transponder
SIGNUM G3	ATE Sicherheitstechnik	Transponder

Tabelle 3.2: Auflistung der recherchierten, sich am Markt befindlichen intelligenten elektronischen Atemschutzüberwachungen.

Die Funktionen der einzelnen Lösungen sind sehr unterschiedlich ausgeprägt, weshalb sich die weiteren Vorteile jeweils zumeist nur auf eine einzige Lösung beziehen.

atur-D Das in Abbildung 3.3a gezeigte Überwachungssystem atur-D besteht aus einem 4,3 Zoll TFT Touch Farbbildschirm, einem Tastaturfeld sowie einem Bereich für DIN A4-Formblätter. Über eine USB Schnittstelle können die dokumentierten Statusänderungen und Warnmeldungen an einen PC übertragen werden. Von dort ist auch eine Beschreibung der Transponder möglich. Das Einlesen der Geräteart (zur Feststellung der Grundeinsatzzeit des Gerätes²) und der Namen der Truppmitglieder kann optional mittels RFID Transpondern erfolgen. Sonst ist die Überwachung in ähnlicher Weise wie bei den Atemschutztafeln durchführbar. Dieses System zeichnet sich, wie in Abbildung 3.2 gezeigt, durch eine einfache und übersichtliche Benutzerschnittstelle aus. atur-D wird jedoch nicht in Österreich vertrieben, da es dort ein entgegenstehendes Patent [Pöl05] des Unternehmens Pölz Industrieelektronik gibt.

Checkbox 5+1 Die in Österreich patentierte [Pöl05] Checkbox 5+1 wird einheitlich im Landesfeuerwehrverband Kärnten verwendet [KT08, Seite 10]. In einigen weiteren Bundesländern wird diese Überwachungslösung gefördert und auch von vielen Feuerwehren verwendet [Pai15]. Jeder Geräteträger erhält hier einen persönlichen RFID Transponder zur Registrierung. Die restliche Bedienung erfolgt über vier Tasten, ein Einlesefeld sowie

¹Zum Begriff der automatischen Registrierung siehe Seite 33.

²Siehe hierzu auch Tabelle 4.1 auf Seite 39.

Nr.	Zeit	Druck	Info	Aktion
1	15	185	61% Zum Ziel	Status
2	22	215	71% Zum Ziel	Status
3	30	300	100% Bereitstellung	Start

Uhrzeit: 10:53:31 Datum: 26.11.2013 Batterie: 99%

Abbildung 3.2: Das Benutzerinterface der atur-D Atemschutzüberwachung [17].

ein Display, wie man in Abbildung 3.3b erkennen kann. Die Einsatzprotokolle von bis zu 200 Trupps werden beim Ausschalten im Gerät gespeichert und können mittels USB- oder serieller Schnittstelle an einen PC übertragen werden. Weiters können die Daten des jeweiligen Atemschutzeinsatzes am Transponder gespeichert werden. Diese Überwachungslösung ist durch das Patent AT 500 111 geschützt (vgl. hierzu Abschnitt 3.2).

SIGNUM G3 Bei diesem in Abbildung 3.3c gezeigtem Überwachungssystem ist insbesondere der Registrierungsvorgang interessant. Im Gegensatz zu den anderen Lösungen erfolgt hier die Registrierung durch einen Transponder in der Uniform (Erfassung der Daten des Feuerwehrmannes), einen Transponder am Atemschutzgerät sowie falls nötig auch am CSA Anzug³. Im Vergleich zu den anderen Lösungen wird hier keine proprietäre Hardware sondern ein in Abbildung 3.3c dargestelltes industrietaugliches Handheld verwendet. Durch die Vielzahl an Tasten sowie dem relativ kleinen Display erfüllt es nicht die Anforderungen der Feuerwehr im Bereich der Usability. Im Hintergrund wird eine Datenbank zur Speicherung und Verwaltung der Personen- und Gerätedaten in der Feuerwache verwendet. Bei der Registrierung kann eine Warnmeldung ausgegeben werden, wenn ein Feuerwehrmann die geforderten Tauglichkeitsuntersuchungen nicht besitzt (zur Diskussion dieser Thematik vgl. Seite 32). Durch die Feuerwehrliteratur wird dieses System als „interessante Alternative“ bezeichnet und es wird auch von ersten positiven Erfahrungen in der Einsatzpraxis berichtet [CAL⁺11, Seite 245].

Die weiteren zwei in Tabelle 3.2 aufgelisteten Systeme sind bereits veraltet und bei den Feuerwehren nicht verbreitet und haben somit für die gegenständliche Arbeit sowie in der Einsatzpraxis kaum Relevanz. Die „intelligenten elektronische Systeme“ bieten eine interessante Möglichkeit zur Registrierung, jedoch ist auch hier kein drahtloser vernetzter Informationsaustausch möglich.

³Bei Einsätzen mit Chemikalien kommen oft Chemieschutzanzüge (CSA) zum Einsatz. Dabei wird dieser Anzug über dem Atemschutzgerät getragen. Für die lückenlose Dokumentation ist es auch erforderlich, die Nummer des Anzuges zu erfassen.

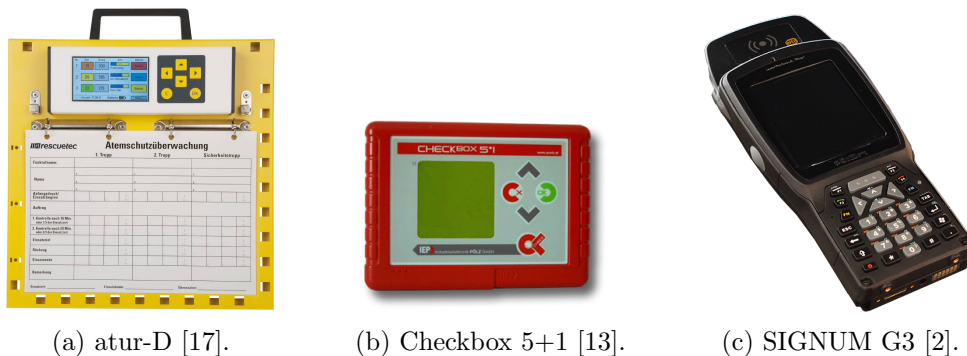


Abbildung 3.3: Drei intelligente elektronische Systeme für die Atemschutzüberwachung.

3.1.3 Softwarelösungen

In den letzten Jahren sind bereits, wie Tabelle 3.3 zeigt, einige Atemschutzüberwachungen als Softwarelösung auf den Markt gebracht worden. Es ist hier auch erkennbar, dass es bislang keine Applikation am Markt gibt, die für alle Plattformen geeignet ist. Weiters zeigt sich anhand der Referenzlisten auf den Webseiten der einzelnen Hersteller, dass diese Lösungen kaum bei Feuerwehren in der Praxis eingesetzt werden. Diese Lösungen orientieren sich ebenfalls stark an Dienstvorschriften aus Österreich und Deutschland (siehe Abschnitt 2.2). Mit diesem Ansatz sind Protokollierung, automatische Berichterstellung sowie ein Datenexport leicht möglich.

Hersteller	Produkt	Betriebssystem
Developpeers	Breathboard	iOS
Fireboard GmbH	Fireboard	Windows
Fireboard GmbH	Atemschutzüberwachung	Android
Flow Control 300	Flow Control 300	Windows
mobillion.eu	Atemschutz Überwachung Pro	iOS, Android
Schnell-IT	Atemschutz (R)	iOS
Steinbichler EDV Dienstleistungen	Atem Atemschutzverwaltungsprogramm	Windows

Tabelle 3.3: Auflistung der recherchierten, sich am Markt befindlichen Softwarelösungen.

Der Hauptvorteil dieser Produktgruppe gegenüber allen anderen sind die geringen Kosten, da mittlerweile viele Einsatzfahrzeuge bereits mit einem Mobiltelefon, Kommando- und Spezialfahrzeuge sogar mit einem Computer ausgestattet sind. Somit müssen die Anschaffungskosten für die Hardware nicht mehr berücksichtigt werden. Selbst wenn man die Anschaffungskosten der Hardware miteinbezieht, liegt man preislich noch unter jenen der in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Lösungen, da handelsübliche Tablets bereits sehr günstig verfügbar sind. Dieser Zusammenhang ist auch in Abbildung 3.1 ersichtlich.

Die sich am Markt befindlichen Softwarelösungen bieten kaum Mehrwert gegenüber den

anderen Lösungen. Ein großer Schwachpunkt ist, dass trotz der verfügbaren Technologie bislang keine Vernetzung unter den Geräten möglich ist. Die Registrierung der Atemschutztrupps erfolgt nur über Touch- oder Tastatureingabe (ausgenommen Atemschutz Überwachung Pro - hier ist auch das Lesen von Barcodes möglich [15]) und ist somit sogar aufwändiger als mit Papier und Bleistift. Entsprechende Registrierungstechnologien (vgl. Seite 35) werden trotz technischer Verfügbarkeit nicht genutzt. Weiters ist bei den einzelnen Applikationen kritisch zu hinterfragen, ob das Programm beendet werden kann, wenn Trupps noch überwacht werden und was mit den Warnsignalen passiert, wenn die App im Hintergrund läuft.

Analyse der User Interfaces

In Anhang B.4 sind in die User Interfaces der einzelnen Softwarelösungen dargestellt. Für alle Lösungen gemeinsam gilt, dass die wesentlichsten Informationen (aktuelle Restzeit, Auftrag, Einsatzort, Truppbezeichnung) nicht auf den ersten Blick intuitiv zu erkennen sind. Wie auf Seite 14 analysiert, ist dies jedoch eine wesentliche Anforderung damit ein Gerät für die breite Masse tauglich ist. Einsatzauftrag und Einsatzort sind in Abbildung B.4 und B.5 gar nicht dargestellt. Generell ist der Trend zu beobachten, möglichst viel Information auf dem Display darzustellen. Bis auf Abbildung B.4 werden auch immer die einzelnen Drücke erfasst.

Zusammengefasst macht eine softwaremäßige Atemschutzüberwachung nur in vernetzter Form unter Verwendung einer Registrierungstechnologie Sinn. Für die Ausarbeitung der in Kapitel 5 gezeigten Lösung ist insbesondere die Untersuchung der grafischen Benutzeroberflächen interessant. Die relevante Feuerwehliteratur [CAL⁺11] macht zu den Softwarelösungen noch keine konkreten Ausführungen, da die letzte Auflage bereits 4 Jahre zurückliegt. In der Praxis sind aufgrund der Bedienung und der Größe des Displays nur Applikationen auf Tablets interessant.

3.1.4 Telemetriesysteme

Die Telemetriesysteme kommen ursprünglich aus dem amerikanischen Markt und wurden dort für Feuerwehren in Großstädten entwickelt. Natürlich wurde auch versucht, diese Produkte im europäischen Markt zu platzieren [May11]. Alle namhaften Atemschutzgerätehersteller bieten ihr eigenes Telemetriesystem an (vgl. Tabelle 3.4). Die hier aufgelisteten Telemetriesysteme sind modular aufgebaut und bestehen aus einem Funkmodul und einem Warn- und Anzeigemodul am Atemschutzgerät, einem Notebook oder Tablet mit Funkmodul inklusive einer Software, welche oftmals Teil eines Einsatzmanagementsystems ist.

Der wesentliche Vorteil der Telemetrie ist, dass Informationen über den Atemschutztrupp (Flaschendruck, Temperatur, Alarmer) in Echtzeit per Funk an die Verantwortlichen außerhalb des Gebäudes sowie auch Evakuierungssignale nach innen zu den Trupps gesendet werden können. Die Registrierung erfolgt automatisch beim Aufdrehen der Flaschenventile, die Zeitüberwachung beim ersten Atemzug durch den Lungenautomat. Weiters ist es bei

Markt	Hersteller	Produkt
Europa	Dräger Safety	PSS Merlin
	Interspiro	Spirolink
	MSA Auer	alpha Personal Network
	Scott Safety	Alert ATS
Amerika	Avon Protection	TEAMS Telemetrie Electronic Air Management System
	Grace Industries	Fire Fighter Accountability System
	MSA	FireHawk M7
	Scott Safety	SEMS II

Tabelle 3.4: Auflistung der recherchierten sich am Markt befindlichen Telemetriesysteme.

diesen Systemen möglich, den Luftverbrauch dynamisch über den Druckabfall in einem bestimmten Zeitraum (etwa 3 Minuten) zu berechnen [18]. Somit kann die Einsatzrestzeit viel genauer ermittelt werden. Dies spielt insbesondere bei sehr anstrengenden Einsätzen bzw. bei körperlichen Problemen eine Rolle, weil hier der Luftverbrauch je Minute bis auf das Doppelte ansteigen kann [CAL⁺11, Seite 179]. Einzelne Überwachungsgeräte können auch untereinander vernetzt werden und Trupps logisch in Einsatzabschnitte gegliedert werden (so etwa [19]). Gleich wie bei den reinen Softwarelösungen (vgl. Seite 21) ist es auch möglich, alle Benutzerinteraktionen aufzuzeichnen, sowie aus den gesammelten Daten ein Einsatzprotokoll zu erstellen. Weiters kann ein Teil der Hardware (z.B. Tablet) auch für andere Einsatzaufgaben verwendet werden.

Der Hauptnachteil der Telemetrie gegenüber allen anderen Systemen ist der Preis. Die Ausstattung für einen Trupp liegt im fünfstelligen Euro Bereich und liegt somit deutlich über den anderen Systemen⁴. Aus diesem Grund werden diese Systeme in Europa kaum eingesetzt. Nicht einmal die großen Berufsfeuerwehren leisten sich so ein System [May11]. Weiters sind die Systeme der verschiedenen Hersteller untereinander nicht kompatibel [Ö11], was insbesondere bei Einsätzen mit mehreren Feuerwehren Probleme bereiten würde. Generell besteht auch hier das Problem, dass die Funkverbindung in Gebäuden oftmals an ihre Grenzen stößt [CAL⁺11, Seite 248]. [May11] äußert sich sehr kritisch zur Telemetrie, da trotz der hohen Kosten eine Ortung verunfallter Feuerwehrmänner nicht möglich ist und stellt die Sinnhaftigkeit der Übermittlung aller möglichen Daten nach außen um diesen Preis in Frage. Weiters orientieren sich die Telemetriesysteme nicht an den Dienstvorschriften (siehe Seite 8ff), so werden etwa die Atemschutzträger etwa teilweise einzeln und nicht truppweise überwacht oder es können auch nicht alle Daten dokumentiert werden (z.B. 1/3 der Einsatzzeit). [CAL⁺11] führt auf Seite 192 technische und funktionelle Eigenschaften auf, die ein Telemetriesystem erfüllen muss.

Zusammengefasst stellen die Telemetriesysteme derzeit die High-End-Atemschutzüberwachung mit schlechtem Kosten-Nutzen-Verhältnis dar. Jedoch können diese als Ideenpool für Funktionen der in Kapitel 5 beschriebenen Implementierung dienen.

⁴Vergleichsangebote liegen dem Autor vor.

3.1.5 Sonstige Produkte

Neben den in den letzten Abschnitten gezeigten Überwachungslösungen gibt es auch weitere Produkte, die in das Umfeld der Atemschutzüberwachung oder zumindest für die Verbesserung der Sicherheit zu zählen sind⁵. Diese können wie etwa in [Dre12] gezeigt zu einem Gesamtsicherheitssystem kombiniert werden. Diese bestehende, durch den Trupp mitgeführte Hardware, kann für ein neues Überwachungssystem genützt beziehungsweise adaptiert werden.

Wärmebildkamera Wärmebildkameras sind mittlerweile vermehrt auf den Löschfahrzeugen aufgepackt und werden vom Atemschutztrupp zum Auffinden von vermissten Personen und Brandherden sowie zur Orientierung in verrauchten Räumen verwendet [CAL⁺11, Seite 278]. In [Jum04] wird ein Verfahren gezeigt, das eine Positionsbestimmung mit Hilfe des Wärmebildes, Gebäudeinformationen und Mustererkennungsalgorithmen ermöglicht.

Bewegungslosmelder Bewegungslosmelder, auch als Totmannwarner oder im Englischen als Personal Alert Safety System (PASS) oder Automatic Distress Signal Unit (ADSU) bezeichnet, spielen, wie bereits auf Seite 4 gezeigt, ebenfalls eine wichtige Rolle im Prozess des Atemschutzeinsatzes. Der Überwachungsvorgang beginnt mit der Aktivierung des PASS, etwa durch Abziehen des Schlüssels und Aktivierung der Atemschutztafel. Neben der Hauptfunktion auf regungslose (verunfallte) Feuerwehrmänner hinzuweisen, kann auch ein manueller bzw. Temperaturalarm ausgelöst werden [Ö07, Seite 116ff]. Der PASS befindet sich am Atemschutzgerät und wird so von jedem Feuerwehrmann getragen und ist somit ein Ansatzpunkt, um hier eine eigene Elektronik hineinzuentwickeln. [CAL⁺11] listet auf Seite 257ff einige sich am Markt befindliche Bewegungslosmelder auf. Teilweise werden sie auch im Verbund mit einem Telemetriesystem angeboten.

Ortungsgeräte Weiters gibt es noch Ortungssysteme zum Auffinden verunfallter Einsatzkräfte. Wie etwa der Unfallbericht [Ste07] gezeigt hat, war es den Rettungskräften ohne Ortungsgerät nicht möglich, den verunfallten Atemschutzträger rechtzeitig zu finden. Auch [May11] weist auf die Notwendigkeit solcher Systeme hin. So bietet etwa das Unternehmen Scott Safety ihr PAK-Tracker System, basierend auf einem 2,4 GHz-Hochfrequenzsignal an [24]. ATE Sicherheitstechnik hat ein Notortungssystem entwickelt, welches bei manueller Aktivierung ein Funksignal an alle umliegenden Geräte aussendet. Das akustische Signal intensiviert sich, je näher man der verunfallten Person kommt [1].

3.2 Analyse und Bewertung von bestehenden Schutzrechten

Neben den bereits bestehenden Produkten sind Patente und Gebrauchsmuster ebenfalls wichtige Informationsquellen für eine Neuentwicklung. Einerseits muss geprüft werden, ob nicht bereits eine technische Lösung durch ein gewerbliches Schutzrecht geschützt ist, andererseits können abgelaufene Patente als Ideenquelle dienen. Schließlich gilt es auch noch zu prüfen, ob das eigene System patentierbar ist oder ob der Neuheitsfaktor bereits durch

⁵Zum relativ weiten Begriff der Atemschutzüberwachung siehe Seite 1.

ein bestehendes Produkt oder Patent vernichtet wurde. Wird eine Benutzeroberfläche entwickelt, ist auch das Urheberrecht zu beachten.

Ein Patent ist ein durch das Patentamt erteiltes gewerbliches Schutzrecht, welches dem Inhaber das ausschließliche Nutzungsrecht an seiner Erfindung gewährt. Dieses kann beispielsweise durch Lizenzverträge an andere Marktbegleiter weitergegeben werden. Die maximale Schutzdauer beträgt 20 Jahre. Bei gleichen Erfindungen ist die Priorität (zumeist der Tag der Anmeldung) entscheidend. Neben den nationalen Patenten (erkennbar durch das jeweilige Länderkürzel am Beginn der Nummer) existieren auch noch das Europäische Patent (Kürzel EP) sowie ein internationales Patent nach dem Patent Cooperation Treaty (PCT) (Kürzel WO). Diese Patente müssen aber nicht in allen Vertragsländern Schutz genießen, dies ist vom Umfang der Anmeldung bzw. vom Weiterzahlen der nationalen Gebühren abhängig. Vom Aufbau besteht ein Patent aus der Beschreibung der Erfindung sowie den Patentansprüchen. Der Schutzbereich eines Patentbesitzes umfasst nicht nur die in den Patentansprüchen ausdrücklich genannten Ausführungsformen sondern auch „äquivalente Ausführungen“ [Her14]. Daneben existieren Gebrauchsmuster als weiteres Schutzrecht, welches eine Eigenheit von Deutschland und Österreich ist. Zur Erteilung ist hier eine geringere Erfindungshöhe nötig, andererseits ist auch der Schutzzumfang und die maximale Dauer geringer als bei einem Patent.

Zur Recherche stehen unter anderem die Datenbanken des Deutschen [4] oder Europäischen Patentamtes [5] zur Verfügung, wo auch der aktuelle Rechtsstand der Schutzrechte abgerufen werden kann. Ansatzpunkte für die Suche sind Begriffe, Inhaber (ergeben sich zumeist aus den Firmen der Produkte), Patentklassen oder Entgegenhaltungen. Beim letztgenannten Punkt handelt es sich um Patente, die in der Ähnlichkeitsrecherche bei der Anmeldung eines Patentbesitzes durch das Patentamt ermittelt wurden. Die Tabellen B.1 und B.2 listen im Anhang alle recherchierten Patente und Gebrauchsmuster zum Thema Atemschutzüberwachung auf. Von den über 30 erfassten Schutzrechten genießen nur mehr ganz wenige aktiven Schutz. Nachfolgend sollen diese gegliedert nach den Produktkategorien kurz beschrieben werden.

Die Patente AT 408282, DE 19742758 und DE 19822651 sowie die Gebrauchsmuster DE 20001116, DE 29805415, DE 29815029, DE 202009008075 und DE 202013002845 beschreiben jeweils eine klassische Atemschutzüberwachungsstation (vgl. Seite 17). Da die zu entwickelnde Lösung nicht in diese Produktkategorie fällt, sind diese Schutzrechte nicht weiter relevant. Schwerpunktmäßig wird hier auch oft auf die mechanische Ausführung eingegangen.

Zu den Telemetriesystemen wurden die Patente DE 10120775, DE 19905304 und DE 19822412 gefunden. Das System besteht dabei aus einem zentralen Überwachungsgerät, das über einen geschlossenen Ringbus mit dem Atemschutzgerät (Drucksensoren an der Pressluftflasche sowie am Lungenautomaten), einem Gasmessgerät, einem Temperatursensor, einem Bewegungssensor, einem Kommunikationsmodul im Helm oder der Maske sowie einem Head Up Display verbunden ist. Das Gerät aktiviert sich mit der Entnahme aus der Ladestation und begibt sich mit dem Aufdrehen des Flaschenventils aus dem Ruhe-

zustand. Die Datenübertragung erfolgt mittels UHF⁶-Frequenzband und Frequenzmodulation. Zur Information des Geräteträgers können auch Sprachsignale abgegeben werden [LS05], [FGK08]. Wie bereits auf Seite 11 beschrieben, ist ein Telemetriesystem nicht die primäre Anforderung der Feuerwehr. Aus diesem Grund soll auch nicht weiter auf diese Patente eingegangen werden.

Die Patente DE 4419734, EP 801368, WO 1993993465 und WO 2004091725 befassen sich mit PASS-Systemen beziehungsweise diverser Elektronik am Atemschutzgerät. Auch das ist nicht Inhalt der hier gegenständlichen Entwicklungsarbeit. US 5433612, US 5793882, US 6029889 und WO 2002017237 befassen sich mit dem amerikanischen Accountability-System, was der Registrierungsfunktion sehr nahe kommt (vgl. [Osh08], [Sun06] oder [IOCoJ]).

Andreas Töteberg beschreibt in seinen Patenten und Gebrauchsmuster einige interessante technische Konzepte für die Feuerwehr. DE 19818377 beschreibt im Prinzip die Überwachungslösung Signum G3 (vgl. Seite 20. Das Gebrauchsmuster DE 20006160 beschreibt ein System, wo die Identifikationselemente an den Uniformen angebracht sind, welche von der Elektronik am Atemschutzgerät eingelesen werden. Basisstationen (Atemschutzüberwachung) und Atemschutzgeräte bilden ein Ad-Hoc-Netzwerk, damit zumindest eine Basisstation per Funk zur Datenübertragung erreicht werden kann. Zusätzlich können Mobile Repeater im Gebäude abgestellt werden [Töt03]. Schließlich wird im aktiven Patent DE 102005002688 noch ein Totmannwarner beschrieben, welcher sich immer im Ruhemodus befindet und sich mit der ersten Bewegung aktiviert. Um den Fall der Lagerung im Fahrzeug von jenem eines regungslosen Feuerwehrmannes unterscheiden zu können, wird im Fahrzeug ein Ablagesignal ausgesendet [Töt08].

Das aktive Patent AT 500111 sowie das Gebrauchsmuster DE 202005020561 beschreiben die Checkbox 5+1 (siehe Seite 21). Darin wird der Registrierungsvorgang mittels RFID Transpondern, auf denen die Daten der Atemschutzgeräteträger gespeichert sind, im Detail beschrieben. Durch das Auflegen eines Transponders des ersten Feuerwehrmannes eines Trupps wird die Überwachungseinheit aktiviert und auf eine Grundeinsatzzeit von 30 *min* eingestellt, welche damit auch bereits zu Laufen beginnt. Nach dem Einlesen der weiteren Truppmitglieder wird abgefragt, ob bereits ein vollständiger Trupp vorliegt. Die Truppgröße wird softwaremäßig vorkonfiguriert. Die eingelesenen Daten werden im Display dargestellt. Die Resteinsatzzeit kann durch einen Pause-Button angehalten werden bzw. kann ein Trupp auf Bereitschaft ohne Zeitüberwachung registriert werden. Für jeden Trupp werden unterschiedliche Warnsignale (Unterscheidung durch Tonhöhe und Signalfolge) nach einem eingestellten Zeitintervall (insbesondere 1/3, 1/2 der Einsatzzeit) abgegeben. Im letzten Restzeit-Intervall (z.B. letztes Drittel der Einsatzzeit) wird ein Warnsignal mit maximaler Intensität als Dauerton, auf- und abschwelld, abgegeben. Für in Bereitschaft stehende Trupps wird in periodischen Abständen ab der Registrierung ein Warnsignal abgegeben [Pöl05].

Bei WO 2014 102 391 [Det14], bisher nur ein bestehendes nationales Patent in Belgien

⁶Ultra-High-Frequency (UHF)

sowie eine erfolgte PCT-Anmeldung im Jahr 2014, handelt es sich um ein Softwarepatent⁷. Darin wird eine Funktion beschrieben, die den per Funk mitgeteilten inkrementellen Vormarschweg (beispielsweise nach drei Metern 90 Grad nach rechts) aufzeichnet und im Rückzugsfall diesen in umgekehrter Reihenfolge wiedergibt, um dies wieder dem Trupp per Funk als Navigationshilfe mitzuteilen. Diese Form der Indoor Navigation kann in der Praxis nicht funktionieren, einerseits durch die ständigen Funkgespräche, andererseits bedeutet das Auslassen eines Schrittes eine völlig falsche Route beim Rückweg. Die Rückzugssicherung wird in der Praxis durch einfachere Hilfsmittel bewerkstelligt [Fru15]. Daneben können auch Funkgespräche aufgezeichnet werden. Die Erfindung geht auch von einer ständigen Druckrückmeldung durch den Trupp aus.

3.3 EMEREC - Das Einsatzmanagementsystem von Rosenbauer International AG

EMEREC steht für Emergency und Record und ist ein Informationssystem für Einsatzorganisationen. Abbildung 3.4 zeigt das dazu gehörige Systemkonzept. Auf der Informationsebene werden Daten aus verschiedenen externen Datenquellen, wie Einsatzleitrechner oder Videoüberwachungssysteme sowie Daten der Feuerwehr fusioniert und verdichtet. Die Inhalte lassen sich in statische Informationen, wie Karten, Brandschutzpläne, Gefahrgutdatenbanken, Checklisten oder KFZ-Typkarten und dynamische Informationen, etwa von der Brandmeldezentrale, Videokameras, Sensoren, GPS Positionen der Fahrzeuge etc. unterscheiden. Die einzelnen Funktionen beziehungsweise Daten sind in sogenannte Module aufgeteilt. Als ein solches neues Modul soll auch eine Atemschutzüberwachung implementiert werden. Auf der Einsatzzebene werden Tablets mit der EMEREC-Software eingesetzt. Dabei erfolgt eine automatische Datensynchronisation mit dem Server in vordefinierten Zeitabständen. Alle Daten sind auch in der lokale Datenbank am Rechner gespeichert, sodass die Applikation auch offline funktioniert. Die individuellen Daten werden von der Feuerwehr über die Benutzeroberfläche EMEREC Office verwaltet, die externen Daten vom jeweiligen Anbieter (etwa Gefahrgutdatenbank) bereitgestellt und verwaltet [Ros12].

⁷In wie weit Computerprogramme patentiert werden können, gibt es in Rechtssprechung und Literatur große Divergenzen [Bur09].

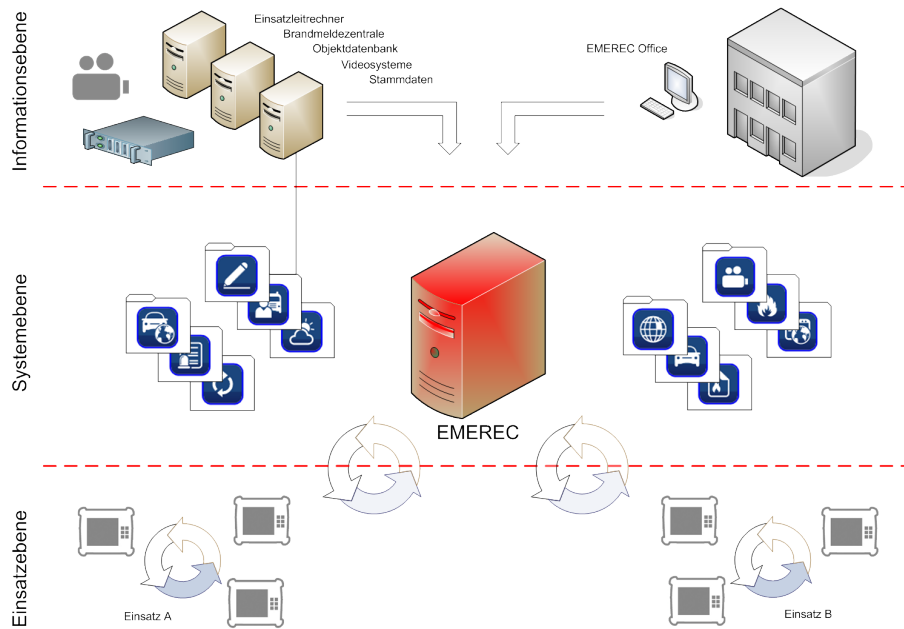


Abbildung 3.4: Systemkonzept von EMEREC [Ros12].

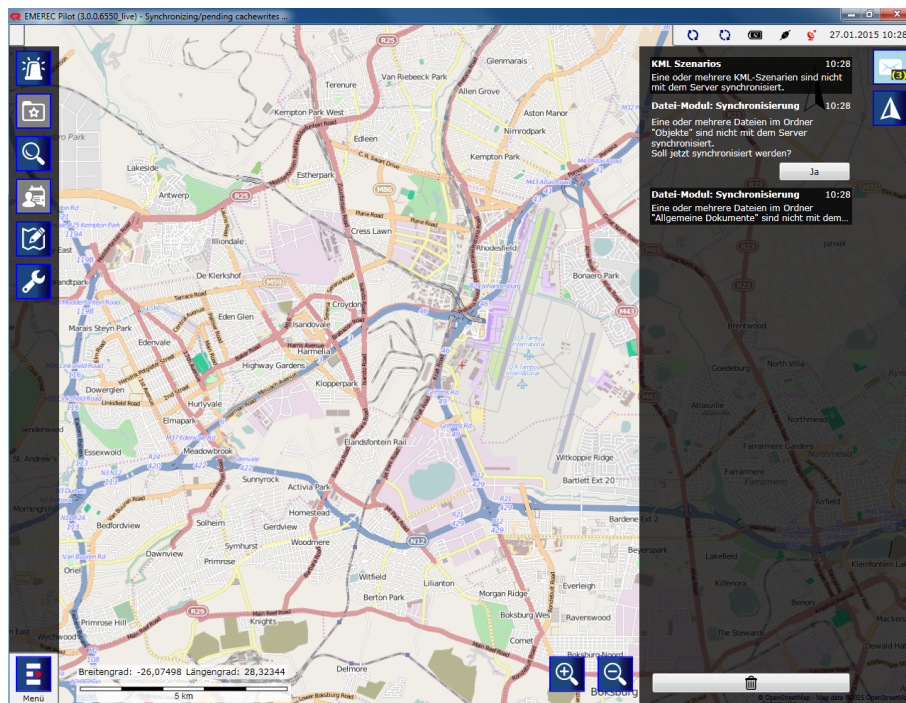


Abbildung 3.5: Screenshot der EMEREC Applikation.

Kapitel 4

Funktionale und technische Analyse

Basierend auf den Rechercheergebnissen und Erhebungen der vergangenen beiden Kapiteln werden nun die einzelnen Funktionen und Aufgaben der Atemschutzüberwachung im weiteren Sinn herausgearbeitet. Es ist für die Entwicklung einer Lösung sinnvoll, sich nach der Analyse bestehender Produkte einen Schritt zurückzubewegen und zu erheben, was eigentlich die Grundaufgabe einer Atemschutzüberwachung ist, um sich den Lösungsraum nicht zu sehr auf das Bestehende einzuschränken. Es wird untersucht, welche Produkte beziehungsweise Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu den einzelnen Aspekten bereits existieren. Schließlich soll noch die technische und wirtschaftlich sinnvolle Machbarkeit bewertet werden, um im nächsten Schritt zu einem Systemkonzept zu kommen.

4.1 Die Funktionen der Atemschutzüberwachung

Der Begriff der Atemschutzüberwachung wurde bereits auf Seite 1 definiert. Gemäß der FwDV 7 umfasst die Atemschutzüberwachung die Gesamtheit aller Maßnahmen zur Kontrolle und Unterstützung der Atemschutztrupps, insbesondere die Registrierung und die Zeitberwachung [Aus04, Seite 21]. Das Sachgebiet 3.3 des ÖBFV unterscheidet in ihrem Positionspapier [Ö11] dabei zwischen vier Funktionen: Registrierung, Einsatzzeitkontrolle, Kontrolle der verbleibenden Atemluftreserve und Signalisieren eines Atemschutznotfalles. Aus dem Fachheft 6 [Ö07] ergibt sich weiters die übergeordnete Überwachung, auch als Atemschutzsammelplatz bezeichnet. Als Erweiterung der Registrierung und auch der übergeordneten Überwachung ist das Tracking zu sehen. Wie bereits auf Seite 7 ausgeführt, ist es für Führungskräfte relevant, den Aufenthaltsort der Atemschutztrupps zu kennen. Die Notwendigkeit der Ortung verunfallter Trupps wurde bereits auf Seite 7 aufgezeigt. Die Indoor Navigation ist wünschenswert, um Zeiten für den Hinmarsch zum Einsatzort und den Rückzug möglichst gering zu halten [RS08].

Abbildung 4.1 fasst nun alle Funktionen grafisch zusammen, wobei zwischen Aufgaben auf der Seite des Atemschutztrupps im Gebäude, auf Seite des „Überwachers“ außerhalb sowie übergeordneten Maßnahmen unterschieden werden kann. Dem Atemschutztrupp kommen folgende Funktionen und Aufgaben für die Atemschutzüberwachung im weiteren Sinn zu:

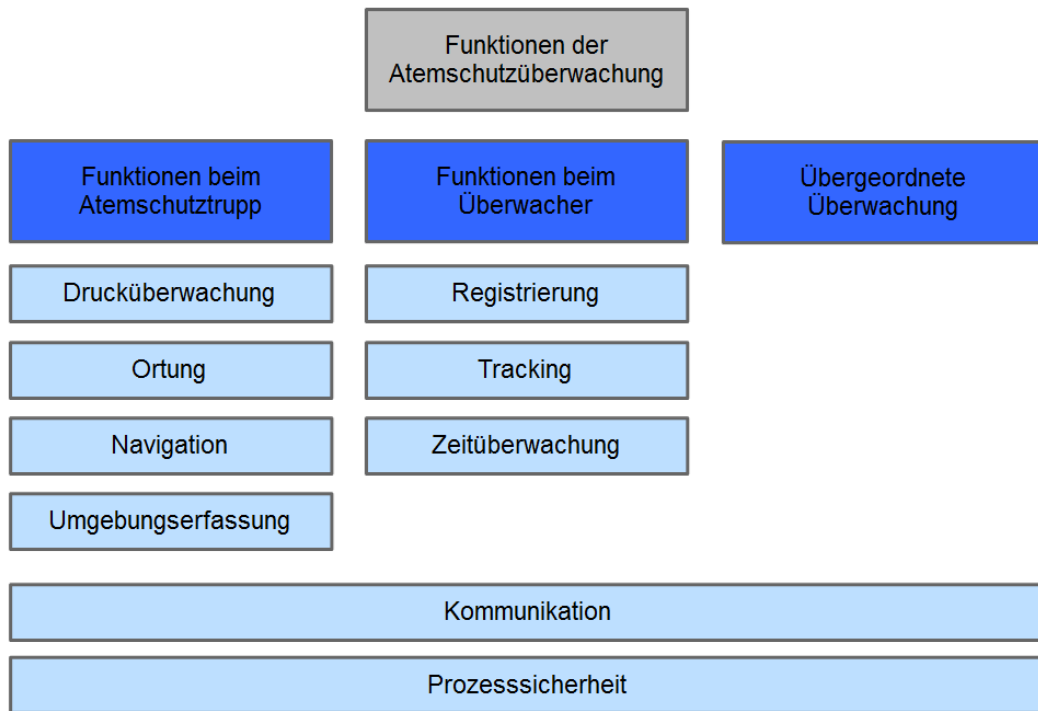


Abbildung 4.1: Die unterschiedlichen Funktionen und Aufgaben einer Atemschutzüberwachung.

Drucküberwachung Jeder Atemschutzgeräteträger hat seine Atemluftreserve zu kontrollieren, um ausreichend Atemluft für den Rückzug zu haben. In zweiter Instanz hat der Truppkommandant den Flaschendruck im gesamten Trupp zu überprüfen.

Indoor Navigation Die Feuerwehrmänner begeben sich bei einem Einsatz oftmals ohne Sicht in ein für sie unbekanntes Gebäude in einer physischen und psychischen Stresssituation. Dabei möchten sie ihr Einsatzziel, etwa der Raum mit dem Brandherd oder die vermisste Person, möglichst rasch erreichen oder aber im Falle eines nötigen Rückzuges den schnellsten Weg nach draußen finden. Derzeit verwenden die Einsatzkräfte technisch simple Hilfsmittel zur Rückzugssicherung. Die Orientierung erfolgt anhand der Einweisung mit Brandschutzplänen vor dem Innenangriff oder durch Sprechfunk im Einsatz sowie durch die im Gebäude vorhandenen Orientierungskennzeichnungen [Fru15].

Ortung Im Falle eines Atemschutzunfalles muss der dadurch tätig werdende Atemschutzrettungstrupp die verunfallten Feuerwehrmänner möglichst rasch auffinden. Hierzu sind teilweise bereits kommerzielle Lösungen vorhanden (vgl. Seite 24). Die einfachste Variante der Ortung ist es, den Einsatzort des Trupps zu erfassen [May15].

Umgebungserfassung Der vorgehende Atemschutztrupp möchte auch seine Umgebung mittels Sensorik erfassen. Hierzu existieren bereits ausgereifte Produkte, wie Gasmessgeräte oder Wärmebildkameras (vgl. Seite 24). Eine Übertragung dieser Messdaten nach

draußen ist technisch möglich, trifft aber nicht direkt die Anforderungen der Feuerwehr [May15] und spielt daher nur eine untergeordnete Rolle.

Persönliche Warneinrichtung Die von den Atemschutzgeräteträgern getragenen Bewegungslosmelder (PASS) (vgl. Seite 24) sollen auf einen Notfall aufmerksam machen und auch dazu dienen, einen verunfallten Atemschutzträger leichter zu finden (hier gibt es eine Überschneidung mit dem Bereich Ortung). Der PASS ist das einzige elektronische Device, welches von allen Trupps immer mitgeführt wird und kann daher mit Hardware für weitere Funktionen ergänzt werden. Zur Funktion der persönlichen Warneinrichtung kann auch die Erfassung und Überwachung der Vitaldaten der Feuerwehrmänner gezählt werden. Die Forschung zählt dies zu einer wichtigen Aufgabe [GCJA13], [DCM⁺07], hingegen sehen es Feuerwehrexperthen eher kritisch, da das Erfassen der Vitaldaten einerseits kostenintensiv ist und andererseits der Einsatzleiter damit für eine taktische Entscheidung wenig anfangen kann. So ist etwa die maximale Herzfrequenz von Person zu Person unterschiedlich und ein allgemeiner Grenzwert, aus dem Entscheidungen abgeleitet werden können, kann nicht angegeben werden, beziehungsweise stellt sich die Evakuierung eines Trupps nur aufgrund der zu hohen Herzfrequenz in der Praxis als schwierig heraus [May15]. Andererseits könnte die breite Erfassung der Vitaldaten für medizinische Studien Untersuchung der physischen Belastungen im Atemschutzeinsatz herangezogen werden.

Daneben gibt es auch noch drei Aufgaben, die der eigentlichen Überwachung von außen zukommen:

Registrierung Die Registrierung, d.h. Erfassung von Namen und Aufgaben der eingesetzten Trupps, ist eine zwingende taktische Maßnahme. Dabei möchte die Führungskraft einen Überblick über die eingesetzten Trupps haben, um im Bedarfsfall bei schwerwiegenden Lageänderungen (etwa Einsturzgefahr) alle Trupps informieren zu können. Auf keinen Fall darf ein Trupp vergessen werden [Ö11].

Zeitüberwachung Als zweite Sicherheit zur Druckkontrolle wird von draußen auch die Resteinsatzzeit mitüberwacht, um den Atemschutztrupp auf die Druckkontrolle und einen nötigen Rückzug hinzuweisen. Daneben ist die Restzeit auch eine taktische Information, die die Führungskraft in ihrer Planung zu berücksichtigen hat, etwa ob zur Erfüllung dieser Aufgabe weitere Trupps notwendig sind beziehungsweise wann eine Ablöse notwendig ist [Blu15].

Tracking Das Tracking stellt eine Erweiterung der übergeordneten Überwachung und Registrierung dar und soll die Führungskraft über den Aufenthaltsort der Atemschutztrupps informieren. Dies ist insbesondere interessant, da eine Rückmeldung des Ortswechsels durch den Atemschutztrupp in der Praxis oftmals nicht erfolgt [May15].

Übergeordnete Überwachung In der übergeordneten Überwachung werden alle an der Einsatzstelle vorhandenen Atemschutzgeräteträger und -trupps zur taktischen und logistischen Planung beispielsweise durch den Atemschuttsammelplatz erfasst [Ö07].

Kommunikation Durch technische Hilfsmittel ist auch die Kommunikation innerhalb des Trupps und nach draußen als Sprach- und Datenfunk zu ermöglichen. Derzeit werden vorwiegend analoge Sprechfunkgeräte im 4 *m*- oder 70 *cm*-Band eingesetzt.

Prozesssicherheit Übergeordnet quer über alle anderen Funktionen steht der Begriff der Prozesssicherheit. Ein technisches Überwachungssystem kann auch dazu dienen, dass entsprechende Maßnahmen aus den Dienstvorschriften zur Erhöhung der Sicherheit im Atemschutzeinsatz auch tatsächlich getroffen werden. Als wichtigste Maßnahme ist hierbei die Überprüfung und der Hinweis, ob bereits ein Rettungstrupp vorhanden ist, zu nennen. Dies wurde von den Feuerwehren in den Interviews durchaus als nützlich empfunden, da in der Praxis oftmals tatsächlich darauf vergessen wird [Blu15], [May15], [Pai15], [Rei15]. Weiters wurde mit den Feuerwehren die Überprüfung der Tauglichkeit und der geforderten Übungen während der Registrierung diskutiert, was jedoch teilweise mit dem Hinweis auf mögliche (straf-)rechtliche Konsequenzen im Falle eines Unfalles abgelehnt wurde [Blu15], [Pai15]. Dies ist jedoch sehr kritisch zu hinterfragen, da dadurch der Kommandant ja entlastet wäre, da er alle nötigen Maßnahmen getroffen hat, um den Einsatz eines Feuerwehrmannes ohne Übung oder Untersuchung zu verhindern. Die rechtliche Verantwortung trifft dann denjenigen, der den Trupp trotzdem hineingeschickt hat. Diese Frage trifft aber bereits sehr weit in den feuerwehrpolitischen Bereich ab, welche durch die entsprechenden Führungskräfte und Gremien selbst zu klären ist. Aus technischer Sicht kann ein System diese Funktion zumindest optional bereitstellen.

Die Aufgabenstellungen der Indoor Navigation, Ortung und Tracking werden im Detail in der Seminararbeit [Fru15] behandelt. Darüberhinaus wurde für diese Aufgabenstellung bereits eine Anforderungsanalyse durchgeführt [RHFME10]. Zusammengefasst kann berichtet werden, dass zu diesem Thema bereits eine Vielzahl an Forschungsprojekten existieren und die dahinterliegende technische Problemstellung nicht trivial ist. Die Transformation in ein markttaugliches Produkt mit angemessenem Preis ist die größte Herausforderung.

4.2 Registrierung

Wie bereits erwähnt, ist die Registrierung eine zwingende Führungsaufgabe. Im amerikanischen Feuerwehrsysteem hat die Registrierung, dort als Accountability bezeichnet, einen noch höheren Stellenwert. Hier werden nicht nur die Atemschutzgeräteträger, sondern alle an der Einsatzstelle befindlichen Kräfte erfasst. Dazu existieren bereits einige Arbeiten, die das Thema der Registrierung für das amerikanische Feuerwehrwesen analysiert haben [Osh08], [Sun06], [IOCoJ]. Bei der Analyse der Registrierung sind primär zwei Fragestellungen zu beantworten: welche Informationen sollen registriert werden und wie soll der Registrierungsvorgang erfolgen.

4.2.1 Informationen für die Registrierung

Die Dienstvorschriften geben bereits Auskunft, welche Informationen bei der Atemschutzüberwachung erfasst werden sollen. Interviews mit Feuerwehren und Experten haben aber gezeigt, dass nicht alle Informationen einsatztaktisch relevant sind, sondern mehr doku-

mentativen Charakter haben und teilweise in der Praxis gar nicht erfasst werden [May15].

Als absolut zwingend ergeben sich dabei folgende Daten, die möglichst automatisch erfasst werden sollen [May15]:

- Truppbezeichnung
- Auftrag
- Zugang oder Stockwerk
- Gerätetyp

Für die übrigen Informationen soll es aber auch die Möglichkeit geben diese zumindest manuell zu erfassen.

Es kann bei der Registrierung zwischen truppbezogenem, personenbezogenem und gerätebezogenem Ansatz unterschieden werden. Grundsätzlich ist die Erfassung des Trupps am wichtigsten. Die Gerätezuordnung auf einen Trupp ist in der Praxis nicht immer möglich, da die Geräte beispielsweise zwischen den Fahrzeugen rotieren [SO15]. Die Bezeichnung des Trupps orientiert sich meistens an dem Fahrzeugnamen. Da ein Atemschutztrupp immer zusammenbleiben muss, brauchen die einzelnen Namen der Feuerwehrmänner nicht erfasst werden, da sich der Trupp in der Regel gesammelt bei der Atemschutzüberwachung ab- und zurückmeldet [May15]. Es ist aber auch ein Szenario denkbar, wo ein Trupp in einem Notfall getrennt wird und sich anschließend nicht alle gemeinsam zurückmelden. Hier ist sicherzustellen, dass die Vollständigkeit des Trupps überprüft wird und somit auf keinen Feuerwehrmann vergessen werden kann. Im Falle einer Rettung ist der Name der Person ebenfalls unerheblich. Somit kommt der Erfassung der Namen ebenfalls nur dokumentativem Charakter zu. Die Erfassung der einzelnen Geräte ist für die Statistik und einen Fehlerfall interessant. Da aber bei einem Defekt am Gerät dieses sowieso gekennzeichnet und gleich nach dem Einsatz aus dem Verkehr gezogen wird, ist eine gesonderte Registrierung aus diesem Gesichtspunkt nicht zwingend notwendig. Andererseits ist es vom Aufwand leichter, die Atemschutzgeräte mit einer Registrierungstechnologie auszustatten, im Gegensatz zur deutlich höheren Anzahl an Feuerwehrmännern.

4.2.2 Der Registrierungsvorgang

Für die Realisierung der Registrierung gibt es grundsätzlich vier Möglichkeiten. Die Erfassung kann entweder händisch (per Stift oder Tastatureingabe) erfolgen, was - wie bereits auf Seite 11 erörtert - für die Feuerwehren nicht die optimale Variante ist und soll daher nur als Ausfallssicherung dienen. Weiters kann die Registrierung durch Übergabe eines Gegenstandes (beispielsweise ein Namensschild [Blu15]) erfolgen. Die Erfassung kann schließlich auch semi-automatisch oder vollautomatisch durch Einlesen eines Datenträgers oder per Funkübertragung erfolgen.

Semi-automatische Registrierung

In dieser Kategorie ist ein aktives Zutun des Benutzers erforderlich, indem er den Registrierungsvorgang bzw. Einlesevorgang aktiv startet. Hierzu werden häufig RFID Transponder [Pöl05] oder Barcode Systeme [WCC00] verwendet (siehe hierzu auch Tabelle 3.2 auf Seite 19), auf denen Informationen über die Person oder das Gerät gespeichert sind. Die

verwendete Technologie erleichtert das Erfassen der Daten, die eigentliche Registrierung erfolgt aber immer noch manuell. Bei der Solinger Tafel (vgl. Seite 17) wird die Geräteart aufgrund der unterschiedlichen mechanischen Ausführung der Tallys semi-automatisch registriert, bei der Check Box 5+1 andererseits beispielsweise durch das Einlesen eines Transponders. Es wird damit zwar an Zeit gespart, indem nicht jedes Datum händisch erfasst werden muss, jedoch ist die Durchführung des Registrierungsvorganges noch immer von den handelnden Personen abhängig. Aus Sicht der Feuerwehr ist somit die vollautomatische Registrierung zu bevorzugen.

Vollautomatische Registrierung

In diesem Fall erfolgt die Registrierung durch ein bestimmtes Ereignis, wie etwa die Aufnahme des Gerätes, das Öffnen des Flaschenventils oder das Betreten oder Verlassen eines Bereiches. In der technischen Literatur über die Positionierung von Feuerwehrmännern in Gebäuden (beispielsweise [SSW06]) wird der automatische Registrierungsvorgang zwar erwähnt oder vorausgesetzt, eine einfache und kostengünstige Variante wird jedoch nicht gezeigt.

Bei den Telemetrielösungen (vgl. Seite 22) erfolgt die Registrierung ebenfalls automatisch. Dabei wählt sich die Elektronik des Atemschutzgerätes beim Öffnen des Flaschenventils über Funk bei der Überwachungstafel ein. Um auch die Personen zu erfassen, muss die Telemetrieinheit im Vorfeld durch Umprogrammieren personalisiert werden [19]. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Erfassung tatsächlich bei der zuständigen Überwachungseinheit stattfindet [CAL⁺11].

Wie bereits auf Seite 24 dargestellt, wird im Patent [Töt08] ein persönliches Überwachungsgerät, welches über eine automatische Ein- und Ausschaltautomatik verfügt, beschrieben. Das System befindet sich in einem ständigen Ruhemodus und wird durch einen Bewegungssensor aktiviert. Um nun die ordnungsgemäße Aufbewahrung im Fahrzeug von der Regungslosigkeit eines Atemschutzträgers zu unterscheiden, wird ein Ablageortsignal (beispielsweise in einem Fahrzeug platziert) bereitgestellt, welches den Bewegungslosalarm deaktiviert. Beim Aufwachen könnte dann ein Registrierungssignal per Funk an das Registrierungsgerät gesendet werden. [Töt00] beschreibt ein System, welches einen in der Uniform angebrachten persönlichen Transponder mittels der am Atemschutzgerät angebrachten Elektronik einliest und gemeinsam mit Gerätedaten und Flaschendruck automatisch zur Basisstation überträgt.

Die TU Clausthal beschäftigte sich in ihrem Forschungsprojekt „RASII - Kräfteinformationssystem“ [29] ebenfalls mit der automatischen Registrierung von Einsatzkräften, aber in einem breiteren Anwendungskontext. Dabei werden RFID-Tags in den Einsatzjacken angebracht und durch in den Sitzen eingebaute Reader eingelesen. Durch entsprechende Berücksichtigung der veränderten Antennenparameter kann unterschieden werden, ob sich nur die Jacke oder auch die Person am Sitz befindet.

Eine sehr ähnliche Aufgabenstellung zur Registrierung lösen auch diverse Zutrittssysteme [See05], etwa auch im Bereich der Skilifte [Sto02].

4.2.3 Technologiebewertung

Abbildung 4.2 gibt einen Überblick über verschiedene Technologien zur Identifizierung von Personen und Objekten. Dabei scheiden jene der unmittelbaren Identifikation für den Anwendungsfall der Feuerwehr aus, da aufgrund der Schutzbekleidung die Merkmale Fingerabdruck, Spracherkennung oder Gesichtserkennung nicht zugänglich sind.

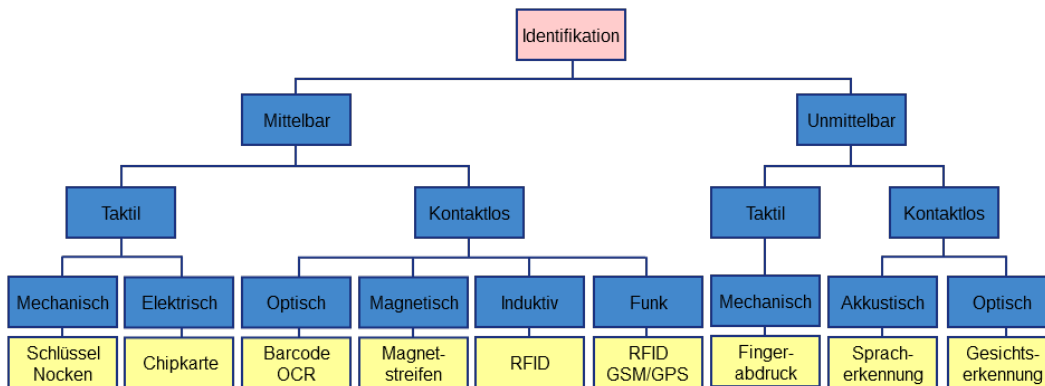


Abbildung 4.2: Technologien zur Identifikation von Objekten und Personen [12].

Bluetooth Je nach verwendeter Klasse hat Bluetooth eine relativ hohe Reichweite von 10 bis 100 Metern und ist aufgrund des Frequenzsprungverfahrens störsicher. Aus Kostensicht ist es vorteilhaft, dass die meisten Endgeräte Bluetooth unterstützen. Andererseits sind auf der Seite des Atemschutzgerätes keine passiven Tags möglich, was ohne Verbindung mit einer weiteren Elektronik nachteilig ist.

Near Field Communication (NFC) Der Datenaustausch erfolgt von einem passiven Transponder, beispielsweise am Feuerwehrmann, zum NFC-fähigen Gerät. Der große Vorteil für den Anwendungsfall der Registrierung ist, dass die meisten mobilen Endgeräte (SmartPhones, Tablets) diese Technologie unterstützen [20], was eine deutliche Kostenreduktion bedeutet. Durch die geringe Reichweite von maximal 10 cm muss man sich dem zu registrierenden Objekt nähern, eine Falschregistrierung ist so kaum möglich, eine automatische Registrierung jedoch auch nicht.

Radio Frequency Identification (RFID) In der Anwendung kann zwischen semi-automatischer Registrierung (ähnlich zu NFC) durch Einlesen eines Transponders mit kurzer Reichweite, wie beispielsweise in [Pöl05] beschrieben, oder vollautomatischer Registrierung, wie etwa beim Kräfteerfassungssystem [29], unterschieden werden. Die Montage der RFID Tags kann am Helm, am Atemschutzgerät [IOCoJ] oder in der Uniform durch einnähbare Transponder [o. 11] erfolgen. Im Gegensatz zu NFC sind für RFID die meisten Tablets mit einem externen Reader zu erweitern, was wiederum erhöhte Kosten bedeutet. Stand-Alone-Lesegeräte fallen aufgrund der gewünschten Visualisierung und Vernetzung der Atemschutzüberwachung aus. Durch die größere Reichweite im Meterbereich ist auch eine automatische Registrierung beim Betreten oder Verlassen eines Bereiches denkbar, jedoch kann ein Transponder bei einer falschen Überwachungseinheit eingelesen werden

oder überhaupt ein falscher Tag eingelesen werden. Aus Sicht der Sicherheit ist daher eine Nahfeldlösung zu bevorzugen [May15]. Im Pulk-Betrieb ist auch das quasi gleichzeitige Einlesen mehrerer Transponder möglich. RFID hat neben der Industrie auch bereits im Bereich der Einsatzkräfte Einzug gefunden. So wurde der Einsatz von RFID Systemen zur Instandhaltung und Inventarisierung von Fahrzeugen und Geräten untersucht [Mey12]. In die Uniform eingenähte Tags werden auch zur Dokumentation des Reinigungsvorganges verwendet [o. 11]. Diverse Konzepte zur Navigation und Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden basieren ebenfalls auf RFID-Technologie [Fru15].

Barcode In der Feuerwehr finden Barcode-Systeme Anwendung für die Wartung und Inventarisierung der Atemschutzausrüstung (Geräte, Masken, Flaschen) in Verbindung mit einem Softwaretool für die Atemschutzwerkstätte [Rei15]. Die Akzeptanz dieses Systems ist bei den Gerätewarten gegeben. Es existieren Ausführungen, die verunreinigte oder zerstörte Codes ebenfalls einlesen können. Die Verteilung mehrerer gleicher Barcodes am Objekt erleichtern den Einlesevorgang [IOCoJ]. Jedoch ist immer ein Sichtkontakt zum Barcode notwendig, eine automatische Registrierung lässt sich so nur schwer realisieren. Speziell im amerikanischen Feuerwehrwesen werden Registrierungssysteme mit Barcode eingesetzt [WCC00], [IOCoJ].

QR Codes Für zweidimensionale Codes gilt das selbe wie für die Barcode-Systeme, jedoch können auf einem Code mehr Informationen gespeichert werden. Moderne Endgeräte können über die integrierte Kamera die Codes einlesen.

Bluetooth scheidet für diese Anwendung aus, da zur Aktivierung der Bluetooth Tags eine Elektronik erforderlich ist beziehungsweise ist die nötige Stromversorgung auch nachteilig. NFC scheidet aufgrund der zu geringen Reichweite ebenfalls aus. Der nötige Sichtkontakt bei Barcodes oder QR Codes erschwert den automatischen Registrierungsvorgang deutlich. Ein RFID-System stellt hingegen passive Tags mit einer ausreichenden Reichweite zur Verfügung und erfordert keinen direkten Sichtkontakt.

4.3 Zeit- und Drucküberwachung

Die Drucküberwachung ist neben der Registrierung die wichtigste Aufgabe in der Atemschutzüberwachung. Sie wird vom Atemschutztrupp selbst durchgeführt. Laut den Dienstvorschriften [Ö07] muss dieser spätestens bei einem Restdruck p_R , der dem doppelten Druckabfall für den Hinweg entspricht, den Rückzug antreten, damit noch Luftreserve für unvorhergesehene Ereignisse bleibt. Bei Ansprechen der Restdruckwarneinrichtung bei 55 bar ist jedenfalls der Rückzug anzutreten [Ö07]. Dieser Zusammenhang ist in Gleichung 4.1 dargestellt.

$$p_R = \min \{2 \cdot (p_S - p_E), 55 \text{ bar}\} \quad (4.1)$$

Als Start- und Enddruck wird dabei jeweils der niedrigste Druck im Trupp gemäß den Dienstvorschriften in Österreich und Deutschland herangezogen. Wie bereits auf Seite 10 erwähnt, wird in der Schweiz der höchste Startdruck im Trupp herangezogen. Dies mag insbesondere bei stark unterschiedlichen Startdrücken sinnvoll sein, wie es Beispiel

4.1 zeigt. Damit wird auch eine Schwachstelle in den Vorschriften aus Österreich und Deutschland aufgezeigt.

Beispiel 4.1 *Truppmann 1 geht im Extremfall mit einem Startdruck von 300 bar und Truppmann 2 mit einem Startdruck von 270 bar in den Einsatz. Nachdem der Einsatzort erreicht wurde, liest Truppmann 1 einen Flaschendruck von 250 bar und Truppmann 2 einen Flaschendruck von 240 bar ab. Gemäß den Dienstvorschriften aus Österreich und Deutschland wird ein Rückzugsdruck von 60 bar über Gleichung 4.1 berechnet. Tatsächlich hat Truppmann 1 jedoch deutlich mehr Luft verbraucht und müsste den Rückzug bereits bei 100 bar antreten. Mit der Schweizer Methode wird der Rückzug bereits bei 120 bar angetreten, womit man auf der sicheren Seite ist.*¹

Die Druckkontrolle erfolgt derzeit durch einen Blick auf das analoge Manometer, welches dazu auf Höhe der Atemschutzmaske hochgehalten werden muss. Darauf wird in der Hektik des Einsatzes leicht vergessen. Um dem entgegenzuwirken, soll die Anzeige des verbleibenden Druckes in der Maske erfolgen [Ö11]. Derzeit gibt es bereits Lösungen von Atemschutzherstellern, welche, wie beispielsweise in Abbildung 4.3 gezeigt, in der Maske LEDs eingebaut haben und damit den Füllstand farblich unterscheiden [McW11]. Laut dem Positionspapier [Ö11] soll durch Drücken eines Knopfes, beispielsweise am PASS, das Erreichen des Einsatzortes signalisiert werden. Wenn der PASS mit einem Drucksensor am Atemschutzgerät verbunden ist, lässt sich so der Rückzugsdruck gemäß Gleichung 4.1 berechnen und im Display anzeigen. Weiters kann diese Information an die Atemschutzüberwachung draußen übertragen werden [Ö11]. Der Einsatz von Head-up-Displays im Feuerwehreinsatz wurde in der Literatur bereits diskutiert [WW07], [BBR06]. Erfolgt die Druckkontrolle wie gerade eben beschrieben an jedem Gerät, kann das in Beispiel 4.1 skizzierte Problem nicht auftreten.

So lange die oben beschriebene Form der Drucküberwachung noch nicht realisiert ist, muss zusätzlich eine Zeitüberwachung bei der Registrierungsstelle durchgeführt werden, welche den Atemschutztrupp periodisch auf die Druckkontrolle hinweist [Ö11]. Die Dienstvorschriften verlangen, dass nach 1/3 und 2/3 der Einsatzzeit der Überwacher Funkkontakt zum Atemschutztrupp aufnimmt und den geringsten Flaschendruck nachfragt. Ebenfalls soll der Atemschutztrupp bei Erreichung des Einsatzortes eine Status- und Druckrückmeldung durchführen. Mit dieser Information kann der Rückzugsdruck ebenfalls errechnet werden [Ö07].

Eine Übertragung des Flaschendruckes nach draußen ist mit den Telemetrielösungen (vgl. Seite 22) bereits möglich. Dies wird jedoch von den Experten der Feuerwehr kritisiert, da hier Informationen mit großem Aufwand und Kosten nach draußen übertragen werden, wo diese Information gar nicht nötig ist, da wie bereits oben beschrieben die Rückzugswarnung am Atemschutzgerät selbst bereits erfolgen kann [May15], [May11], [Ö11], [Pai15].

Die vorhergesagte Resteinsatzzeit t_R errechnet sich aus dem verbleibenden Luftvolumen V_L im Atemschutzgerät dividiert durch den Luftverbrauch Q_L . Das Luftvolumen V_L ist

¹Für dieses Beispiel wurde ein Zweiertrupp angenommen. Für den in Österreich üblichen Dreiertrupp ist das Beispiel sinngemäß anwendbar.

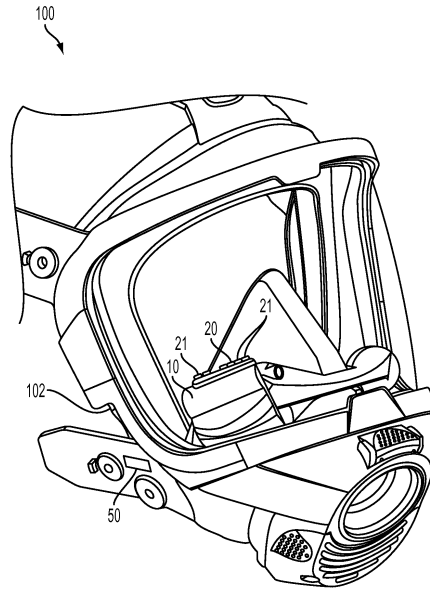


Abbildung 4.3: Head-up-Display in der Atemschutzmaske zur Anzeige des Restdruckes [McW11].

wiederum abhängig vom Füllvolumen der Flasche V_F , dem Flaschendruck p_F , dem Umgebungsdruck p_U , wobei dieser nahezu konstant ist und somit vernachlässigt werden kann und einem Korrekturfaktor k , da sich Luft bei sehr hohen Drücken nicht mehr linear komprimieren lässt² [Ö07]. Das Flaschenvolumen ist durch den Gerätetyp vorgegeben (vgl. Tabelle 4.1). Die Temperatur hat ebenfalls einen Einfluss [BNN95], wird jedoch bei den meisten Systemen nicht berücksichtigt und kann vernachlässigt werden.

$$t_R = \frac{V_L}{Q_L} \quad (4.2)$$

$$V_L = \frac{p_F \cdot V_F \cdot k}{p_U} \quad (4.3)$$

Die Ermittlung der Resteinsatzzeit bzw. des Luftverbrauches wird von den Überwachungs-lösungen unterschiedlich gelöst. Im einfachsten Fall wird die in Tabelle 4.1 aufgelistete Grundeinsatzzeit verwendet und wie bei einer Eieruhr ab dem Beginn des Überwachungs-vorganges heruntergezählt. Dabei wird ein Luftverbrauch von 50 l/min angenommen. In einer ersten Erweiterung kann die verbleibende Einsatzzeit t_R durch die Rückmeldung des aktuellen Flaschendruckes über Gleichung 4.2 und 4.3 aktualisiert werden. Daneben ist auch die dynamische Anpassung des durchschnittlichen Luftverbrauches möglich. Dies kann entweder anhand der Differenz zwischen zwei Druckrückmeldungen [Det14] oder wenn der aktuelle Flaschendruck bei einem Telemetriesystem verfügbar ist, als Durchschnittswert, beispielsweise der letzten drei Minuten, errechnet werden [18].

²Bei 300 bar beträgt k beispielsweise $0,9$ [Ö07].

Da sich die Anzahl der Druckrückmeldungen über Sprechfunk den Expertenmeinungen nach eher gering halten soll, um den Trupp nicht von seiner eigentlichen Tätigkeit abzulenken, ist eine Anpassung des durchschnittlichen Luftverbrauches nicht sinnvoll, da es sich so oder so nur um eine Schätzung handelt und die Abweichungen im Ergebnis eher gering sind [May15]. Denkbar wäre es aber bei voraussichtlich sehr anstrengenden Tätigkeiten den Luftverbrauch in einem Expertenmodus (vgl. Seite 14) erhöhen zu können.

Abschließend sind in Tabelle 4.1 die Grundeinsatzzeiten t_G der einzelnen Gerätetypen inklusive Flaschenvolumen und Nenndruck aufgelistet. Diese wurden gemäß Gleichung 4.3 und 4.2 berechnet und gerundet. Für Sauerstoffkreislaufgeräte ist diese Formel nicht anwendbar, da die Ausatemluft über einen Filter wiederverwendet wird. Hierzu wird von der Literatur die Grundeinsatzzeit von 180 Minuten vorgegeben.

Atemschutzgerät	Fülldruck	Füllvolumen	Grundeinsatzzeit	Plakettenfarbe
PA 200	200 <i>bar</i>	2 x 4 <i>l</i>	30 <i>min</i>	weiß
PA 300	300 <i>bar</i>	6 <i>l</i>	30 <i>min</i>	gelb
Langzeitatmer	300 <i>bar</i>	2 x 6,8 <i>l</i>	60 <i>min</i>	rot
Kreislaufgeräte	-	-	180 <i>min</i>	blau

Tabelle 4.1: Grundeinsatzzeiten der verschiedenen Atemschutzgeräte [CAL⁺11, Seite 172].

4.4 Funkkommunikation

Die Kommunikation über Funktechnologie spielt ebenfalls eine wichtige Rolle im Atemschutz Einsatz. Derzeit erfolgt die Kommunikation hauptsächlich über Sprechfunk im 4 *m*- oder 70 *cm*-Band, da die Telemetriesysteme - wie bereits erörtert - aus Kostengründen nicht breit eingesetzt werden. Derzeit erfahren die Feuerwehren eine Umstellung auf einen Digitalfunk, basierend auf dem Terrestrial Trunked Radio (TETRA)-Standard, (noch) nicht jedoch für den Atemschutz. Dieser Standard stellt auch eine Datenschnittstelle zur Verfügung [LSV99], welche bei Verwendung des Digitalfunkes im Atemschutzeinsatz auch für die Datenübertragung genutzt werden kann. Motorola hat gemeinsam mit Scott Safety ein System entwickelt, mit dem die Telemetriedaten vom Atemschutzgerät per Bluetooth an das Funkgerät übermittelt werden und von dort über eine Datenschnittstelle zur Atemschutzüberwachung übertragen werden [16].

Bei Verwendung eines Datenübertragungsmoduls soll eine Quittierung durch die Basisstation, dass Daten empfangen wurden, erfolgen, damit der Atemschutztrupp über das Bestehen der Datenfunkverbindung informiert ist [Töt00]. In der Literatur existieren auch bereits Konzepte, um die Sensorik der Atemschutzträger mittels Body Area Network (BAN) zu verbinden [PSL10], [GCJA13]. Die Elektronik an den Atemschutzgeräten kann auch als Repeater in einem Ad-hoc-Netzwerk fungieren [Töt00]. Dieser Ansatz wird auch für das Lokalisieren von Einsatzkräften verfolgt [SSW06].

Daneben kann auch durch das Aufstellen von Repeatereinheiten, welche gleichzeitig auch als optische Rückzugssicherung dienen, die Funkverbindung verbessert werden [Töt00].

Diese Idee wird auch für die Lokalisierung der Einsatzkräfte verfolgt [RYTM07]. Für die Praxis ist ein solches System nicht beziehungsweise nur unter hohem Schulungsaufwand geeignet, da der Atemschutztrupp so weitere Ausrüstung mitführen und an der richtigen Stelle ablegen muss. Es existiert ebenfalls bereits ein Patent einer Führungsleine mit integrierter Antenne zur Verbesserung der Funkkommunikation [Pet09].

4.5 Das optimale Gesamtsystem

Jeder Atemschutzgeräteträger ist mit einem Head-up-Display zur Navigation und Drucküberwachung in der Atemschutzmaske und einer Überwachungseinheit ausgerüstet. Diese Einheit übernimmt die Funktion des Bewegungslosmelders und eines Funkmoduls, besitzt einen „Am Einsatzort eingetroffen“-Button, dient als Notsignalgeber und ist das Herzstück für alle Berechnungen, mit dem auch Ortung, Tracking und Navigation möglich sind.³ Die Einheit aktiviert sich automatisch mit der Entnahme aus dem Feuerwehrfahrzeug, wie in [Töt08] beschrieben und registriert sich damit gleichzeitig bei der Atemschutzüberwachung. Um einen ständigen Bewegungslosalarm zu vermeiden, wenn die in Bereitschaft stehenden Trupps warten, sendet die Atemschutzüberwachung ebenfalls ein Signal zur temporären Deaktivierung des Alarms aus. Weiters kann ein Notsignal zur Atemschutzüberwachung übertragen und umgekehrt auch empfangen werden. Bei der Registrierung wird jeder Tupp einem Überwachungsgerät zugeordnet. Über ein Body Area Network (BAN) sind Display, Überwachungseinheit und Drucksensor miteinander verbunden.

Die registrierten Atemschutztrupps werden im Pumpenbedienstand sowie auf dem Tablet der Führungskraft gemeinsam mit der Resteinsatzzeit dargestellt. Der Einsatzleiter kann über sein Tablet die Positionen der vorgehenden Trupps verfolgen und kann ebenfalls Zielpositionen am digitalen Gebäudeplan markieren, um dem Atemschutztrupp sein Einsatzziel vorzugeben.

4.6 Bewertung der Anforderungen und Funktionen

In Tabelle 4.2 wurden nochmals alle Anforderungen aufgelistet und hinsichtlich Relevanz für die Feuerwehr sowie nach technischen und wirtschaftlichen Aufwand bewertet. Es wurde auch zusammengefasst, wie weit die entsprechenden Aufgaben bereits durch bestehende Produkte gelöst sind. Daraus konnte abgeleitet werden, welche Funktionen mit den firmeninternen Vorgaben (Softwarelösung und Rückgriff auf Standardkomponenten) realisiert werden. Für die Aufgaben der Indoor Navigation, Ortung, Tracking sowie der Drucküberwachung ist jeweils die Entwicklung einer Elektronik notwendig und daher mit dieser Vorgehensweise nicht machbar. Die wirtschaftlich sinnvolle Umsetzung scheidet hier, wie bereits auf Seite 16 analysiert, am föderalen Feuerwehrsystem.

Die Funktionen der Zeitüberwachung, Prozesssicherheit und der übergeordneten Überwachung lassen sich mit einer Softwarelösung realisieren. Die automatische Registrierung kann dann beispielsweise mittels RFID-Komponenten ebenfalls realisiert werden. Die Re-

³Zur Realisierung der Positionierung vergleiche die Seminararbeit [Fru15].

Funktion	Priorität	Aufwand	Bereits gelöst	Umsetzung
Registrierung	sehr hoch	mittel	teilweise	JA
Zeitüberwachung	mittel	sehr gering	JA	JA
Drucküberwachung	hoch	hoch	teilweise	NEIN
Indoor Navigation	mittel	sehr hoch	NEIN	NEIN
Ortung	hoch	mittel	JA	NEIN
Tracking	gering	hoch	teilweise	NEIN
Prozesssicherheit	gering	gering	JA	JA
Übergeordnete Überwachung	mittel	gering	NEIN	JA

Tabelle 4.2: Bewertung der Anforderungen und Aspekte einer Atemschutzüberwachung.

levanz der einzelnen Funktionen wurde gemeinsam mit Feuerwehrexperthen erarbeitet. Der hohe Aufwand für die Positionierungsaufgaben wurde bereits in [Fru15] gezeigt.

Kapitel 5

Das Systemkonzept

5.1 Stand-Alone-Atemschutzüberwachung

In der Stand-Alone-Atemschutzüberwachung werden die automatische Registrierung, Zeitüberwachung und Aspekte der Prozesssicherheit implementiert und die dazu relevanten Informationen visualisiert. Hierzu wird zwischen einem Grundsystem, das aus Sicht der Feuerwehr zwingend erforderlich ist und die minimalen Funktionen umfasst, und erweiterten Funktionalitäten, die optional versierten Usern angeboten werden können, unterschieden. Als Zielhardware ist ein 7-Zoll-Tablet, vorzugsweise mit einem Windows Betriebssystem zur Kompatibilität mit EMEREC, ausreichend. Mechanisch sollte das Tablet robust ausgeführt sein und mit einer Aufhängevorrichtung ergänzt werden.

5.1.1 Allgemeine Anforderungen

- Das Programm und das Betriebssystem dürfen nicht beendet werden können, wenn ein Überwachungsvorgang läuft.
- Läuft die Atemschutzüberwachungsapplikation im Hintergrund, so müssen zumindest die Warnmeldungen für den Benutzer trotzdem sofort erkennbar sein beziehungsweise soll das Überwachungsprogramm im Vordergrund erscheinen.
- Die Applikation soll sich beim Hochfahren des Tablets automatisch starten und im Vordergrund erscheinen.

5.1.2 Aufbau des User Interfaces

Abbildung 5.1 zeigt die Grundansicht des User Interfaces der Atemschutzüberwachung mit allen wesentlichen Informationen¹ zur Darstellung von drei Trupps². Der transparente Bereich (**A10**) auf der rechten Seite dient zur späteren Darstellung der Warnhinweise. Zu

¹Die Dienstvorschriften verlangen nach mehr Informationen, die jedoch aus Sicht der Praxis einsatztaktisch nicht relevant sind und nur dokumentativen Charakter haben. Daher werden diese nur im erweiterten Modus dargestellt.

²In einem erweiterten, freischaltbaren Modus können auch mehr Trupps registriert werden. Dies ist etwa bei Berufsfeuerwehren erforderlich, da hier zu wenig Personal zur Besetzung mehrerer Überwachungseinheiten zur Verfügung steht. In diesem Fall ist die Darstellung eines Trupps gemäß Abbildung 5.2 durchzuführen.

jedem Trupp wird die Truppbezeichnung (A1), die Resteinsatzzeit (A2), die Geräteart in Form von Grafiken (A3), der Einsatzauftrag (A4) und der Einsatzort (A5) dargestellt. Daneben können Informationen über den Einsatz³ (A6) und der Name des Überwachers (A7) mittels Tastatureingabe zur Dokumentation erfasst werden. Die Trupps werden abhängig von ihrem derzeitigen Status mit einer anderen Farbe hinterlegt (grau für Bereitschaft oder Rettungstrupp, grün für im Einsatz und rot für das letzte Drittel der Einsatzzeit).

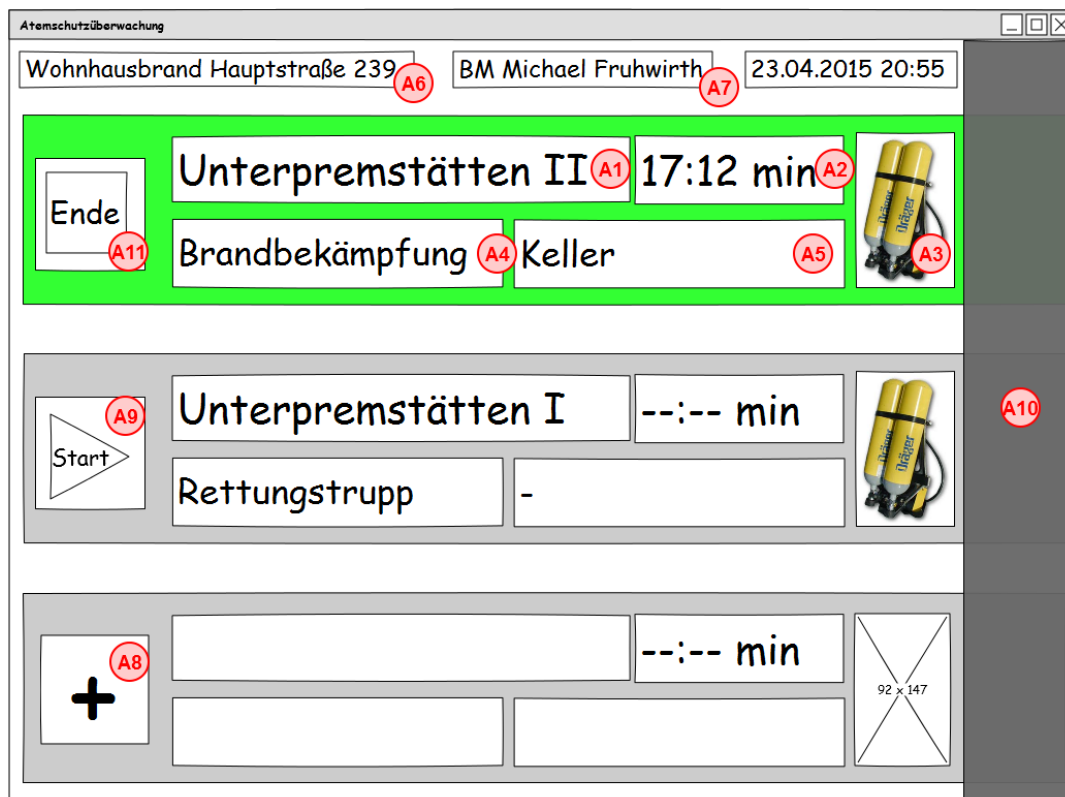


Abbildung 5.1: Darstellung der Grundansicht der Atemschutzüberwachung.

Abbildung 5.2 zeigt die erweiterte Grundansicht der Atemschutzüberwachung im Expertenmodus. Hier musste die Anzeige jedes Trupps im Vergleich zu Abbildung 5.1 etwas verkleinert werden. Für den zweiten Trupp wurde die mehrstufige erweiterte Grundansicht ausgewählt. Über die Pfeiltasten (B1) können die einzelnen Ebenen hinzu- oder weggeschaltet werden. Nach einem bestimmten Zeitintervall (etwa eine Minute) ohne Benutzerinteraktion geht das System von selbst wieder in die einfache Grundansicht zurück. In der ersten Ebene kann das Ereignis „Einsatzort erreicht“ durch Drücken der Schaltfläche (B2) erfasst werden. In der nächsten Ebene können alle Drücke, so wie es die Dienstvorschrift verlangt, erfasst werden. Zur Erfassung des Ist-Rückzuges wird eine eigene Schaltfläche (B3) bereitgestellt. In der letzten Ebene werden die einzelnen Trupp-

³In der vernetzten Ausführung können diese Informationen in Verbindung mit EMEREC automatisch bereitgestellt werden.

mitglieder angezeigt (B7). Die entsprechenden Felder können mittels Tastatur bearbeitet werden. Zu jedem Truppmitglied kann auch der Start- und Enddruck erfasst werden. In dieser Ebene ist auch ein Logbuch zur Eingabe von Meldungen mittels Tastatur (B4) bereitgestellt. Jede Eingabe wird mit einem Zeitstempel versehen und im Hintergrund für das Einsatzprotokoll abgespeichert. Eine Online-Verfügbarkeit der Logbucheinträge ist nicht möglich und notwendig.

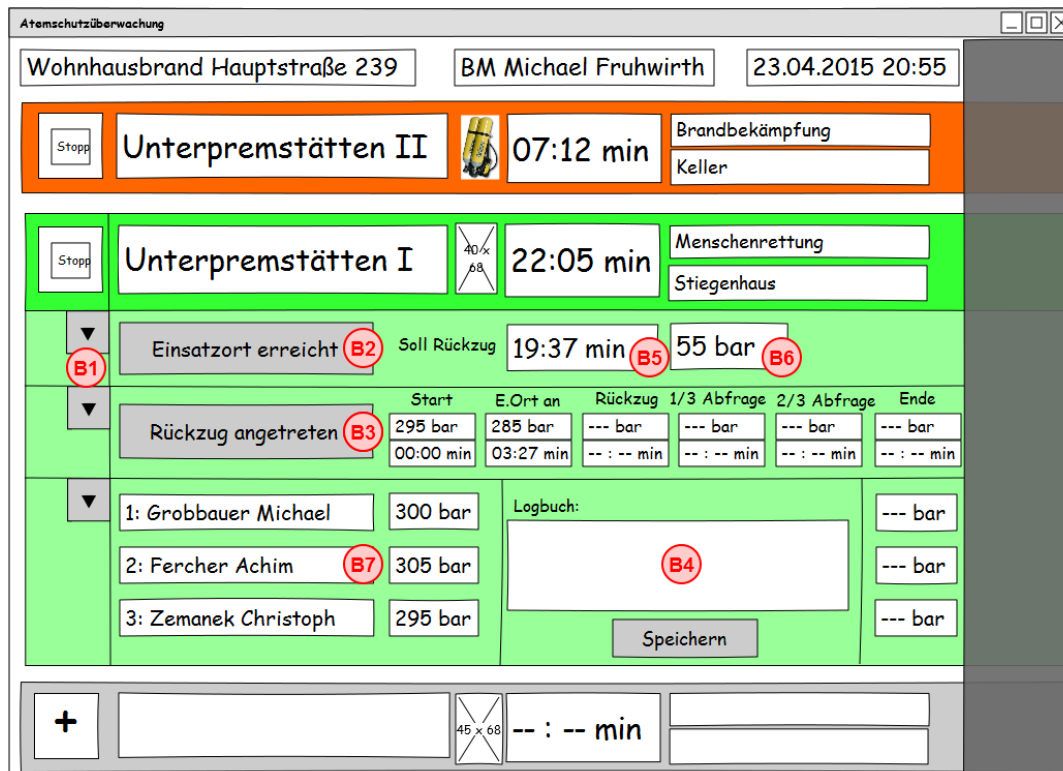


Abbildung 5.2: Darstellung der erweiterten Ansicht der Atemschutzüberwachung.

5.1.3 Registrierung

Wie bereits auf Seite 45 analysiert, soll der Registrierungsvorgang zur Verbesserung der Sicherheit möglichst automatisch funktionieren. Die zur Verfügung stehenden Technologien wurden auf Seite 35 analysiert. Aufgrund der Reichweite im Meterbereich sowie der Verfügbarkeit passiver Tags wird ein RFID-System eingesetzt. In der Grundvariante werden nur die Atemschutzgeräte mit truppbezogenen RFID-Tags, welche durch einen Reader am Tablet eingelesen werden, ausgestattet.

Im erweiterten System, das über die Mindestanforderungen der Feuerwehr hinausgeht, werden die Feuerwehrmänner ebenfalls mit RFID-Tags ausgestattet, um auch die Namen der Truppmitglieder automatisch zu erfassen.

In einer weiteren optionalen Ausführung befindet sich im Türrahmen des Einsatzfahrzeuges

ebenfalls ein Reader zur Erfassung der Träger beim Verlassen des Fahrzeuges. Das Display des Pumpenbedienstandes kann hier als zusätzliche Anzeigeeinrichtung verwendet werden.

Der Registrierungsvorgang

Werden Personen- und Geräte-Tags verwendet, findet in den Szenarien I und III der Einlesevorgang nur statt, wenn Personen- und Geräte-Tag gleichzeitig eingelesen werden, da auch Feuerwehrmänner ohne ein Atemschutzgerät einen Personen-Tag tragen könnten.

Szenario I: Registrierung am Tablet mit RFID Im Regelfall der Registrierung wird der Atemschutztrupp über die RFID-Tags eingelesen.

Ia: Einlesen eines vollständigen Trupps Werden hintereinander drei Tags mit der gleichen Truppbezeichnung eingelesen, erscheint der Trupp als vollständig registriert in der Grundansicht (Abbildung 5.1). Das Einlesen eines Tags wird durch ein akustisches Signal bestätigt. Zur Registrierung ist somit kein Tastendruck notwendig. Dies hat den Vorteil, dass sich der Atemschutztrupp durch Vorbeigehen an dem Tablet selbst registrieren kann (vergleichbar mit einem Skiliftzutrittssystem) und daher keine eigene Person abgestellt werden muss.

Ib: Einlesen eines gemischten Trupps Um auch Atemschutzgeräteträger mit Tags verschiedener Truppbezeichnungen zu einem Trupp zusammenzufassen, ist der Button „Trupp Hinzufügen“ (**A8**) zu betätigen. Hierzu erscheint das Erfassungsfenster (siehe Abbildung 5.3). Nun können drei Gerätetags, wie bereits in Szenario Ia beschrieben, hintereinander eingelesen werden. Die Truppbezeichnung des ersten Tags wird dabei übernommen. Die eingelesenen Daten werden in den entsprechenden Feldern angezeigt. Diese können jedoch durch Tastatureingabe abgeändert werden. Wird versucht, verschiedene Gerätearten zu einem Trupp zusammenzufassen, erscheint eine Fehlermeldung und der Registrierungsvorgang wird abgebrochen. Mit „Übernehmen“ wird die Erfassung bestätigt.

Ic: Einlesen eines Master Tags (optional) In gewissen Anwendungsfällen ist es nicht möglich, dass sich der Atemschutztrupp durch Vorbeigehen registriert, etwa bei einem Tunnelleinsatz. Für diesen Fall wird ein Master-Tag des Trupps bereitgestellt, mit dem der Überwacher den Trupp über einen einzigen Tag automatisch registrieren kann.

Id: Einlesen eines unvollständigen Trupps Werden weniger als drei Tags eines Trupps eingelesen, so wird der Trupp ebenfalls als registriert angezeigt. Anstelle des „Start“-Buttons wird ein „Bearbeiten“-Button angezeigt (Abbildung 5.4), mit dem gemäß Szenario IIc der Registrierungsvorgang abgeschlossen werden kann.

Szenario II: Einlesen eines Trupps ohne RFID-System Daneben kann auch der Fall eintreten, dass eine oder mehrere Feuerwehren dieses Atemschutzüberwachungssystem nicht verwenden, beziehungsweise dass die RFID-Tags nicht funktionieren oder fehlen. Auch in diesem Fall soll eine Überwachung möglich sein. Durch den in Abbildung 5.1 gezeigten Button „Trupp hinzufügen“ (**A8**) wird das bereits erwähnte Erfassungsfenster

aus Abbildung 5.3 angezeigt. Primär sind Geräteart (C1) und Truppbezeichnung (C2) zu erfassen. Die Namen können optional erfasst werden.

IIa: Feuerwehrmänner der eigenen Feuerwehr In diesem Fall können die Geräte-träger über eine interne hinterlegte Datenbank abgerufen werden. Es ist also ausreichend, beispielsweise die ersten Anfangsbuchstaben in ein Namensfeld (C3) einzugeben, welches dann in einer Drop-Down Liste entsprechende Suchvorschläge anzeigt.

IIb: Feuerwehrmänner verschiedener Feuerwehren Feuerwehrmänner anderer Feuerwehren befinden sich nicht in der Datenbank. Ein Austausch der internen Mitglieder-datenbanken ist praktisch schwer möglich. Daher müssen die Namen über die Tastatur eingegeben werden.

IIc: Ergänzung eines fehlendes Feuerwehrmannes Fehlt beispielsweise nur einem Feuerwehrmann ein RFID-Tag, so kann dieser händisch zu den anderen bereits automatisch erfassten Truppmitgliedern hinzugefügt werden (durch Suchvorschlag aus der Datenbank oder durch Tastatureingabe). In diesem Fall steht in der Grundansicht links von der Truppbezeichnung anstelle des „Start“-Buttons ein „Bearbeiten“-Button (Abbildung 5.4), über den wieder das Fenster aus Abbildung 5.3 geöffnet wird, wo die Registrierung bestätigt werden kann bzw. die fehlenden Daten ergänzt werden können.

Abbildung 5.3: Fenster zur manuellen Registrierung eines Trupps.

Szenario III (optional): Registrierung beim Verlassen des Fahrzeuges In diesem Fall werden die Tags an der Person und am Gerät durch den sich in der Tür befindlichen Reader erfasst. Die eingelesenen Informationen werden an das Tablet und das Display im

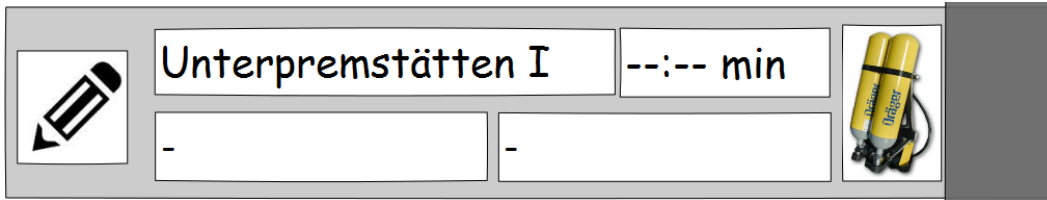


Abbildung 5.4: „Bearbeiten“-Button zur Vervollständigung eines Trupps.

Pumpenbedienstand per Bluetooth oder CAN-Bus⁴ weitergeleitet. Der eingeleseene Trupp wird am Tablet als registriert angezeigt.

Ein Trupp kann als Rettungstrupp nur über die Schaltfläche (C4) Fenster in Abbildung 5.3 erfasst werden.

Hardwarekonfiguration

Geräte Tags Tabelle 5.1 listet jene Informationen auf, die auf dem Tag des Gerätes gespeichert sind. Wird ein Atemschutzgerät immer am selben Fahrzeug mitgeführt, kann die Gerätebezeichnung (Inventarnummer) ebenfalls am Chip abgespeichert werden. In größeren Feuerwehren werden die Atemschutzgeräte hingegen unter den Fahrzeugen bzw. Feuerwachen durchgetauscht und sind somit nicht an ein Fahrzeug gebunden. In diesem Fall wird der mit der Truppbezeichnung beschriftete Tag beispielsweise mit einem Karabiner immer an dem Atemschutzgerät im Fahrzeug befestigt.

Bezeichnung	Typ	Bemerkung
Gerätenummer	string	optional, wenn Gerät truppgebunden
Geräteart	Enum	gemäß Tabelle 4.1
Truppbezeichnung	string	-
Feuerwehr	string	-
Master Tag	bool	optional (siehe Szenario Ic Seite 45)

Tabelle 5.1: Daten, die auf dem Chip für das Atemschutzgerät gespeichert sind.

Personen Tags Die Tags an den Atemschutzgeräten speichern die in Tabelle 5.2 aufgelisteten Daten. Diese können etwa in einer Uniformtasche platziert, beziehungsweise in die Uniform eingenäht werden [o. 11]. Somit sind sie vor entsprechender Hitzeeinwirkung im Feuerwehreinsatz geschützt. Um eine gemeinsame Erfassung zu ermöglichen, ist der Tag in der Nähe der Gerätetags zu tragen. Die ID auf den jeweiligen Tags wird für den Datenimport in die Feuerwehr-Verwaltungs-Software (vgl. Seite 14) benötigt.

Anforderungen an das RFID System In der Grundaufführung ist ein an ein Tablet gekoppelter oder integrierter RFID-Reader mit einer Reichweite von ca. 30 cm zu den pas-

⁴Nachteil an dieser Variante ist, dass man vom Fahrzeughersteller abhängig ist.

Bezeichnung	Typ	Beschreibung
Vorname	string	-
Nachname	string	-
Feuerwehr	string	-
ID	int	z.B. Mitgliedsnummer

Tabelle 5.2: Daten, die auf dem persönlichen Chip des Feuerwehrmannes gespeichert sind.

siven Tags ausreichend. Die passiven Transponder sollten grundsätzlich hitzebeständig im Bereich von etwa 200 °C gemäß den Normen für die Atemschutzgeräte sein. Da jedoch eine so starke Hitzeeinwirkung in der Praxis nur sehr selten vorkommt, mag es wirtschaftlich sinnvoll sein, nichtentflammbare Tags mit niedriger Temperaturbeständigkeit zu verwenden und diese im Falle einer Zerstörung durch Hitzeeinwirkung zu tauschen.

5.1.4 Zeitüberwachung

Um den auf Seite 14 identifizierten Benutzergruppen gerecht zu werden, gibt es für die Zeitüberwachung einen Grundmodus für den Durchschnittsuser und einen erweiterten Modus für den versierten Benutzer.

Grundmodus

Nach der Registrierung kann die Zeitüberwachung mittels „Start“-Button (**A9**) aktiviert werden. In dem dadurch erscheinenden Fenster (Abbildung 5.5) kann der niedrigste Flaschendruck⁵ im Trupp p_S (**D1**) (entfällt bei Kreislaufgeräten), der Einsatzauftrag⁶ (**D2**) sowie der geplante Einsatzort⁷ (**D3**) eingegeben werden. Dabei wird der Nennfülldruck der registrierten Geräteart voreingestellt (grau hinterlegt).

Nach dieser Eingabe beginnt die Resteinsatzzeit im Sekundentakt abwärts zu laufen und der interne Status des Trupps ändert sich von Bereitschaft auf Einsatz. Die Resteinsatzzeit t_R errechnet sich, wie bereits auf Seite 38 ausgeführt, gemäß Gleichung 5.1 und wird in Feld (**A2**) angezeigt.

$$t_R = \frac{V \cdot p_S \cdot k}{Q_D} \quad (5.1)$$

$$k = \begin{cases} 1 & p \leq 200\text{bar} \\ 1,2 - 0,001 \cdot p, & p > 200\text{bar} \end{cases} \quad (5.2)$$

⁵Im Beispiel in Abbildung 5.5 wurde ein 300 bar-Gerät registriert. Der Nennfülldruck ist bereits vorgewählt. Eine geringere Abstufung als 5 bar macht keinen Sinn, da der Druck vom Manometer auch nicht genauer abgelesen werden kann. Bei 200 bar-Geräten erfolgt die Abstufung analog von 180 bis 215 bar.

⁶Durch Auswahl einer der vier vorkonfigurierten Aufträge. Ein anderer Auftrag muss über die Tastatur in Feld (**D5**) eingegeben werden.

⁷Durch Auswahl des entsprechenden Geschosses in Abbildung 5.5. Das Stiegenhaus macht bei größeren Wohngebäuden Sinn [May15]. Da damit nicht alle Szenarien abgedeckt werden können, wird zusätzlich ein Textfeld zur händischen Eingabe bereitgestellt (**D4**).

Einsatzort		Auftrag	Flaschendruck	
DG	5 OG	Menschenrettung	310	315
Stiegenhaus	4 OG	Brandbekämpfung	300	305
	3 OG	Sicherung	290	295
	2 OG	Rettungstrupp	280	285
	1 OG	...	270	275
EG				
KG				
..				

Abbildung 5.5: Popup-Fenster zur Erfassung des Einsatzauftrages beim Start der Zeitüberwachung.

Dabei wird von einem durchschnittlichen Luftverbrauch Q_D von 50 l/min ausgegangen. Das Füllvolumen V ergibt sich aus der Geräteart (vgl. Tabelle 4.1). Der Korrekturfaktor k ist in Gleichung 5.2 definiert: für Flaschendrucke p unter 200 bar ist k 1, darüber linear abfallend, sodass k bei 300 bar 0,9 entspricht⁸. Für Kreislaufgeräte wird die auf dem Tag gespeicherte Grundeinsatzzeit verwendet.

Nach 1/3 der Einsatzzeit erfolgt ein Hinweis auf die Druckabfrage an den Atemschutztrupp über ein Pop-up-Fenster (Abbildung 5.7). Der Hinweis bleibt in der Informationsleiste (**A2**) bestehen und scheint jede Minute erneut auf, bis er bestätigt wird.

5 Minuten vor Ablauf der Einsatzzeit erfolgt eine Warnung, dass die Einsatzzeit demnächst vorüber ist. Ebenfalls erfolgt eine Warnung nach dem Ende der Einsatzzeit. Diese Warnung nur kann nur durch Stoppen der Zeitüberwachung quittiert werden.

Mit dem „Stopp“-Button (**A11**) oder durch erneutes Einlesen der Transponder des Trupps wird die Zeitüberwachung beendet und gleichzeitig ein Pop-up-Fenster zur Eingabe des Flaschendruckes geöffnet.

Nachdem die Zeitüberwachung gestoppt wurde, kommt wie in Abbildung 5.6 gezeigt, zum „Stopp“-Button ein „Löschen“-Button hinzu, mit dem der Trupp aus der Ansicht entfernt werden kann. Möchte dieser Trupp dann wieder in den Einsatz gehen, ist er erneut zu registrieren. Ansonsten kann mit dem „Start“-Button die Zeitüberwachung erneut gestartet werden.

⁸Der reale Verlauf ist nicht linear. Aufgrund der vielen anderen Unsicherheiten ist diese Näherung ausreichend [May15].

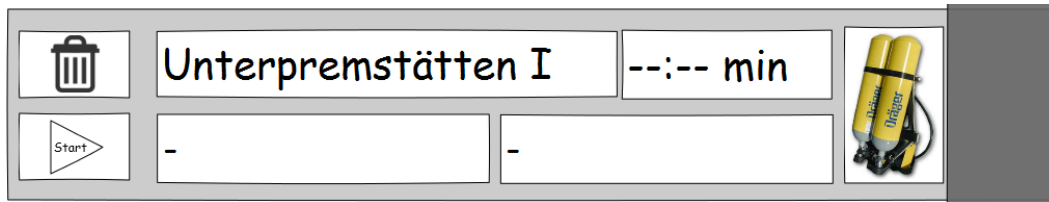


Abbildung 5.6: Zusätzlicher „Löschen“-Button nach Ende der Zeitüberwachung.

Expertenmodus

Kommt vom Atemschutztrupp die Rückmeldung, dass der Einsatzort erreicht wurde, kann der per Funk durchgegebene Flaschendruck im erweiterten Modus durch Drücken der Schaltfläche **(B2)** in Abbildung 5.2 über ein dadurch erscheinendes Popup-Fenster (ähnlich Abbildung 5.7) eingetragen werden. Mit dem eingegebenen Druck p_E kann der Rückzugsdruck p_R , wie bereits auf Seite 36 erläutert, nach Gleichung 5.3 berechnet werden.

$$p_R = \min \{ 2 \cdot (p_S - p_E), 55 \text{bar} \} \quad (5.3)$$

Gleichzeitig wird auch die geschätzte Restzeit bis zum Erreichen dieses Druckes gemäß Gleichung 5.1 berechnet und ebenfalls in Feld **(B5)** eingetragen und im Sekundentakt heruntergezählt. Daneben wird auch der errechnete Rückzugsdruck p_R angezeigt **(B6)**.

Wird der Sollrückzugszeitpunkt erreicht, erfolgt eine Warnung durch ein Popup-Fenster sowie akustisch durch einen Piepston. Die Warnung kann durch Bestätigung quittiert werden. Andernfalls popt es ebenfalls jede Minute auf.

Weiters werden Felder zum Eintragen des Start- und Enddruckes jedes Truppmitglieds zur Verfügung gestellt.

Bei jeder Eingabe eines Flaschendruckes wird die Resteinsatzzeit gemäß Gleichung 5.1 angepasst.

5.1.5 Prozesssicherheit

Wird ein Trupp auf Bereitschaft registriert (d.h. ohne Start der Zeitüberwachung), erfolgt alle 5 Minuten ein akustischer und optischer Hinweis ebenfalls in der Form eines Popup-Fensters, ob der Trupp nicht doch schon eingesetzt ist.

Beim Start der Zeitüberwachung des ersten Trupps einer Überwachungseinheit kommt der Warnhinweis, ob bereits ein Rettungstrupp vorhanden ist.

Die weiteren Maßnahmen der Prozesssicherheit wurden bereits im letzten Abschnitt im Zuge der Warnhinweise beschrieben.

5.1.6 Konzept der Warnungen

Auf der rechten Seite des Userinterfaces wird, wie in Abbildung 5.7 gezeigt, eine transparente Leiste für Warnungen und Hinweise bereitgestellt. Soll aufgrund einer in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Bedingung eine Warnung (**E1**) erscheinen, so wird auf dieser Leiste auf Höhe des jeweiligen Trupps ein Warndreieck angezeigt sowie links davon ebenfalls transparent ein Popup-Fenster (**E2**) mit der entsprechenden Meldung, wie in Abbildung 5.7 gezeigt. Damit verbunden ist auch ein entsprechendes akkustisches Signal. Ist eine Druckeingabe erforderlich, so erscheint ebenfalls ein Nummernblock (**E3**). Erfolgt keine Druckeingabe bzw. wurde die Warnung nicht quittiert, so erscheint die Warnmeldung nach jeweils einer Minute erneut, bis sie quittiert wird.

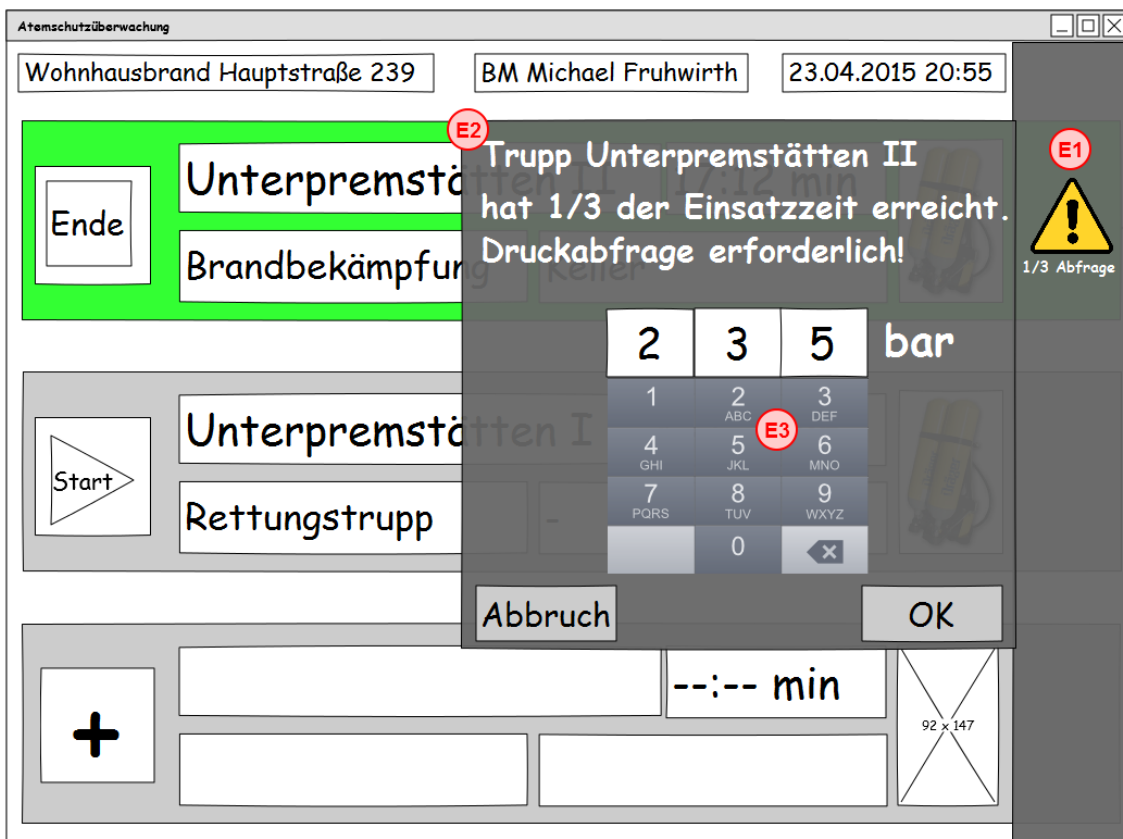


Abbildung 5.7: Beispielhaftes Popup-Fenster für den Hinweis auf die 1/3 Abfrage.

5.1.7 Ausfallssicherheit

Die registrierten und überwachten Trupps dürfen, wie bereits auf Seite 11 aufgezeigt, im Falle eines Systemausfalles nicht verloren gehen. Hierzu werden die Daten des Trupps im Minutentakt auf die Festplatte und eine Speicherkarte gesichert. Kommt es zu einem Softwareabsturz, werden die Daten beim Neustart von der Festplatte geladen. Fällt die gesamte Hardware aus, kann die Speicherkarte in eine neue Hardware eingeführt werden und von dort die Trupps vom gespeicherten Stand weiter überwacht werden.

5.2 Vernetzte Atemschutzüberwachung

Die Funktionen der vernetzten Atemschutzüberwachung sind aus Sicht der Feuerwehr optional und nicht Teil des minimalen Überwachungssystems. Dieser Teil muss extra erworben und freigeschalten werden. All diese Funktionen können auch in das EMEREC-System (vgl. Seite 27) integriert werden. In diesem Abschnitt werden auch einige Funktionen kurz als Idee beschrieben, die eventuell in einem späteren Schritt ebenfalls umgesetzt werden könnten. Das Userinterface für die vernetzte (übergeordnete) Atemschutzüberwachung wird als eigene Applikation gestartet, da es sich hier, wie bereits auf Seite 29 beschrieben, um eine eigene Aufgabe handelt, die nicht von der Person ausgeführt wird, die die Zeitüberwachung der Stand-Alone-Atemschutzüberwachung durchführt.

5.2.1 Vernetzung und Datensynchronisation

Jede Stand-Alone-Atemschutzüberwachung hat folgende Informationen der registrierten Trupps bei jeder Änderung, sowie im Minutentakt, zu übertragen, auch wenn die vernetzte Variante auf diesem System nicht freigeschalten ist:

- Truppbezeichnung
- Auftrag
- Einsatzort
- Flaschendruck
- Status
- Geräteart

Weiters wird noch die taktische Bezeichnung jedes Überwachungsgerätes mitübertragen. Die vollständige Übertragung aller Daten ist nur am Ende eines Einsatzes zur Dokumentation notwendig.

Grundsätzlich ist beim Datenaustausch zwischen einer zentralen serverbasierten und einer Ad-hoc-Lösung zu unterscheiden. Für den Anwendungsfall der Atemschutzüberwachung ist die Ad-hoc-Variante zu bevorzugen. Einerseits bedarf es hier keiner Zuordnung eines Gerätes zu einem Einsatz, zudem sind alle Überwachungseinheiten in Reichweite automatisch miteinander vernetzt. Weiters ist man mit dieser Variante nicht von einer Internetverbindung abhängig, welche nicht in allen Einsatzszenarien vorausgesetzt werden kann. Schließlich müssen während des Einsatzes auch nur sehr wenige Daten ausgetauscht werden. Die Realisierung eines Ad-hoc-Netzwerkes wird hier vorausgesetzt und ist nicht Teil dieser Arbeit. Um etwaigen Sicherheitsbedenken vorzubeugen, ist sicherzustellen, dass diese Applikation tatsächlich nur von Feuerwehren installiert und verwendet werden kann.

5.2.2 Informationen für die Einsatzleitung

Die im vorangegangenen Abschnitt erwähnten übermittelten Daten werden für den Einsatzleiter, wie in Abbildung 5.8 dargestellt, in Tabellenform aufbereitet. Die Daten sollen nach den einzelnen Spalten sortiert werden können. Aus den Interviews hat sich ergeben, dass für den Einsatzleiter diese Informationen ausreichend sind. Ein Eingriff in die Überwachung darf jedoch nicht möglich sein. Die Resteinsatzzeit wird bei jeder Änderung des Flaschendruckes gemäß Gleichung 5.1 neu berechnet und anschließend im Sekundentakt heruntergezählt.

The screenshot shows a software window titled 'Atenschutzüberwachung'. At the top, there are three tabs: 'Einsatzleitung', 'Atenschutzsammelplatz', and 'Einsatzabschnitte'. The 'Einsatzleitung' tab is active. Below the tabs, the main content area is titled 'Übersicht über alle eingesetzten Trupps'. It contains a table with the following data:

Trupp	Restzeit	Gerät	Auftrag	Einsatzort	Einsatzabschnitt
Unterpremstätten 1	17:25	PA 200	Brandbekämpfung	Keller	-
Unterpremstätten 2	20:37	PA 300	Menschenrettung	1.OG	-
Zettling	25:12	PA 200	Menschenrettung	2.OG	-
Pirka-Windorf 1	-- : --	PA 200	Rettungstrupp	-	-
Pirka-Windorf 2	-- : --	PA 200	Bereitschaft	-	-

Abbildung 5.8: Überblick über alle eingesetzten Trupps für den Einsatzleiter.

5.2.3 Bildung von Einsatzabschnitten

Die auf Seite 8 dargestellte Führungsstruktur soll auch durch die vernetzte Atemschutzüberwachung abgebildet werden. Hierzu wird die in Abbildung 5.9 dargestellte Maske bereitgestellt. In der Liste (**G1**) werden alle im Ad-hoc-Netzwerk verfügbaren Atemschutzüberwachungseinheiten angezeigt. Diese werden mittels Drag and Drop den einzelnen Einsatzabschnitten zugewiesen und dort im jeweiligen Feld (**G2**) angezeigt. Es ist auch möglich, eine Einheit mittels Drag and Drop zu einem anderen Abschnitt hinzuzufügen. Mit der Schaltfläche (**G3**) wird ein weiterer Abschnitt hinzugefügt. Weiters kann der jeweilige Abschnittsleiter zur Dokumentation ebenfalls in Feld (**G4**) erfasst werden. Jede Änderung wird gemeinsam mit dem Zeitstempel zur Dokumentation im Hintergrund abgespeichert.

5.2.4 Atemschutzsammelplatz

Der Prozess des Atemschutzsammelplatzes (vgl. Seite 7 und 13) kann ebenfalls durch die vernetzte Atemschutzüberwachung abgebildet werden. Abbildung 5.10 zeigt die entsprechende Benutzerschnittstelle. Alle am Atemschutzsammelplatz erfassten Trupps werden in einer Liste dargestellt.

Trupps können sich analog zu Szenario Ia mit ihren Tags beim Atemschutzsammelplatz anmelden. Damit erscheint der Trupp beispielsweise in der Überblicksansicht (Abbildung 5.8) ebenfalls in der Liste mit dem Einsatzort „Atemschutzsammelplatz“ und dem Auftrag „Bereitschaft“. Weiters können analog zu Szenario I und II Trupps durch den Leiter des Atemschutzsammelplatzes erfasst werden. Hierzu wird ebenfalls eine „Trupp hinzufügen“-Schaltfläche (**H1**) bereitgestellt.

Das Abmelden erfolgt analog durch das erneute Einlesen eines Trupps oder durch Drücken des „Abmelden“-Buttons (**H2**).

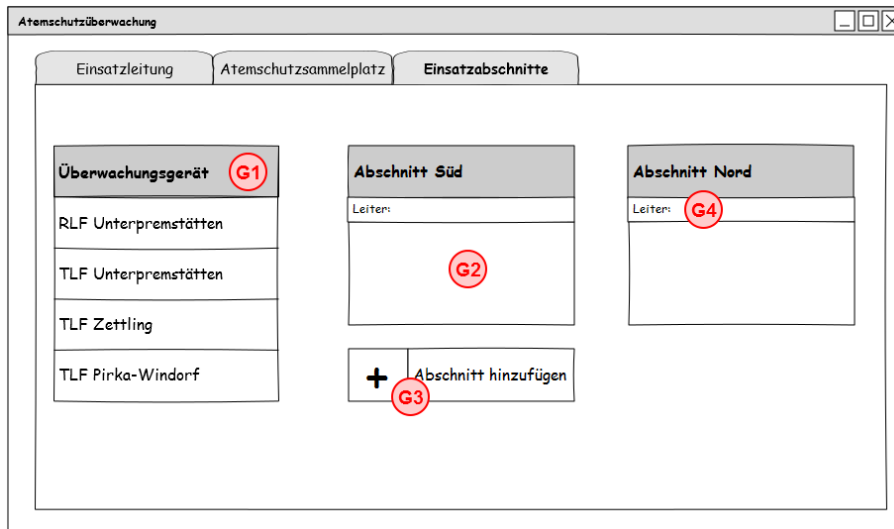


Abbildung 5.9: Maske zum Verwalten und Zuweisen der Einsatzabschnitte.

Optional kann ein Trupp einer Überwachungseinheit im Vorfeld - durch Drag and Drop in das Feld (H3) der Überwachungseinheit - zugewiesen werden. Diese Truppinformationen werden über das Ad-hoc-Netzwerk an die entsprechende Überwachungseinheit übertragen. Durch den anschließenden Registrierungsvorgang des Trupps bei dieser Überwachungseinheit kann durch den Sammelplatz überprüft werden, ob der Trupp tatsächlich dort angekommen ist.

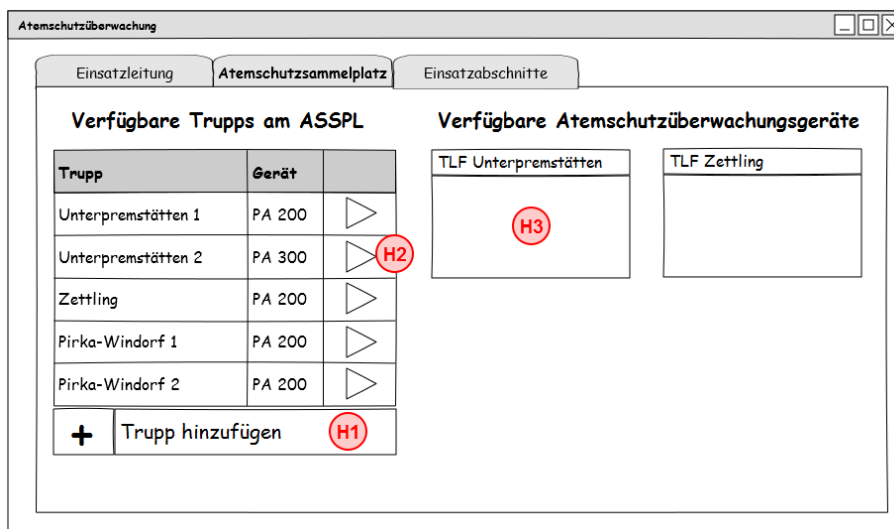


Abbildung 5.10: Maske zur Verwaltung des Atemschutzsammelplatzes.

Kapitel 6

Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung und Bewertung der Lösung

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, welche Problemstellungen beim Atemschutzeinsatz auftreten und wie technische Systeme dabei unterstützen können. Dazu besteht bereits eine Vielzahl an Produkten, welche jedoch nicht vollständig die Anforderungen der Feuerwehren treffen. Die untersuchten Softwarelösungen sind aufgrund der Informationsfülle unübersichtlich und nicht intuitiv bedienbar. Telemetriesysteme scheiden aufgrund des Preises ebenfalls aus. Die intelligenten elektronischen Systeme verwenden zwar Registrierungstechnologien, sind von der Bedienung ebenfalls zu umständlich. Die klassischen Atemschutztafeln sind hingegen von Bedienung sehr einfach, jedoch müssen die meisten Daten umständlich handschriftlich erfasst werden.

Als Schritt zum Systemkonzept wurden die tatsächlichen Aufgaben und Funktionen der Atemschutzüberwachung analysiert. Anhand der firmeninternen Vorgaben konnten die Funktionen der Zeitüberwachung, Registrierung, Prozesssicherheit und übergeordneter Überwachung realisiert werden. Eine Hauptaufgabe dieser Arbeit war es herauszufinden, welche Informationen tatsächlich für die Erfassung und Visualisierung einsatztaktisch relevant sind. Diese Informationen lassen sich nicht aus der Literatur oder den Dienstvorschriften ableiten, sondern ergeben sich aus Befragungen von Experten und erfahrenen Feuerwehrmännern. Bislang wurde das Thema der Atemschutzüberwachung in dieser Form von niemandem so weit im Detail behandelt.

Aufgrund der föderalen Struktur des Feuerwehrwesen im deutschsprachigen Raum ist die Entwicklung und Vermarktung eines einheitlichen elektronischen Systemes nur sehr schwer möglich. Daher wurde im gegenständlichen System auf Standardkomponenten zurückgegriffen. Um mit einer Entwicklung wirtschaftlichen Erfolg einfahren zu können, ist auf ein Massenprodukt zu setzen. Eine Atemschutzüberwachung kann nur dann bei allen Feuerwehren breit eingesetzt werden, wenn diese von jedem Feuerwehrmann einfach und intuitiv bedient werden kann und es preislich nicht über die bisherigen Überwachungslösungen im Bereich von etwa 1000 Euro hinausgeht. Mit dieser Motivation wurde die Benutzeroberfläche und der Registrierungsvorgang des Grundsystems entworfen. Erweiterungen, etwa zusätzliche Erfassungsfelder oder eine vernetzte Lösung, können den interessierten Feu-

erwehren gegen Aufpreis angeboten werden und sollen die versierten Benutzer ebenfalls zufriedenstellen. Die vernetzte Lösung erleichtert das Verbreiten und Verteilen von taktischen Informationen am Einsatzort, was bislang mit keinem Atemschutzüberwachungssystem möglich war. Da diese Funktion über die Grundanforderung der Feuerwehr hinausgeht, ist die vernetzte Atemschutzüberwachung nicht Teil des Grundsystems. Das in Kapitel 5 vorgestellte Systemkonzept laut den Rückmeldungen der Feuerwehren das Potential einheitlich, beispielsweise in der Steiermark, eingeführt zu werden.

Eine weitere Herausforderung dieser Arbeit war es, die divergierenden Anforderungen zwischen den Feuerwehrverbänden (Fördergeber und Erlasser von Dienstvorschriften), den Expertenmeinungen, den Feuerwehren (Endbenutzer), Konkurrenzprodukten, Forschung und Entwicklung und internen Vorgaben des Auftraggebers zusammenzuführen.

6.2 Weitere nötige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

Nach der Erstellung des Systemkonzepts ist durch den Auftraggeber zu entscheiden, welche Funktionen tatsächlich realisiert werden sollen. Auf Basis dieser Entscheidung kann ein Prototyp erstellt werden, der hinsichtlich Bedienbarkeit von Feuerwehren getestet werden soll. Anschließend sind mit Feuerwehrverbänden Gespräche zur einheitlichen Einführung des Systems aufzunehmen.

In weiterer Folge sind noch Entwicklungsarbeiten zur Realisierung eines praxistauglichen und leistbaren Navigations- und Ortungssystems notwendig. Eine erste theoretische Aufarbeitung dieses Themas wurde in der Seminararbeit [Fru15] durchgeführt. Der Wunsch der Feuerwehren nach einem solchen System ist bereits gegeben. Die Entwicklung eines kostengünstigen und feuerwehrtauglichen Head-up-Displays wird die größte Herausforderung sein, um die Aufgabenstellungen der Navigation und Drucküberwachung bestmöglich zu lösen.

6.3 Vision: Der Atemschutzeinsatz der Zukunft

Der verstärkte Einsatz von Sensorik, etwa in die Uniform integriert, ist bereits Gegenstand der Forschung [OGM⁺10]. Durch ein Body Area Network (BAN) können die Sensordaten durch das persönliche Überwachungsgerät drahtlos erfasst werden [PSL10]. Neben der Indoor Navigation wird auch Augmented Reality am Head-up-Display Thema im Feuerwehreinsatz werden, einerseits um auf mögliche Gefahren hinzuweisen (etwa auf Basis der Brandschutzpläne [Fru15]) oder auch für Übungen, um diverse Gefahrensituationen zu simulieren [14]. Eine Realbrandausbildung ist beispielsweise nicht ungefährlich, kostenintensiv und wird derzeit nur selten durchgeführt, da es gar nicht so viele Möglichkeiten gibt. Bei all diesen Entwicklungen wird es für einen breiten Einsatz entscheidend sein, dass die technischen Systeme für die Feuerwehren leistbar und auch einfach zu bedienen sind.

In der Zukunft werden Roboter und Drohnen zur Brandbekämpfung und Personensuche eingesetzt [Pai15], um eben das Risiko für Feuerwehrmänner zu reduzieren, etwa bei Einsturz- oder Explosionsgefahr. Für Erkundungszwecke in für Menschen gefährlichen La-

gen gibt es bereits jetzt mobile Roboter (etwa vom österreichischen Unternehmen Taurob [28]). Zu diesem Themenbereich gibt es bereits zahlreiche Forschungsprojekte. Das Office of Naval Research hat im Februar 2015 etwa den Prototypen eines humadoiden Löschroboters vorgestellt, welcher sich autonom navigieren kann und auch einen Feuerwehrschauch mitführt [30]. Die Entwicklung wird vermutlich hinsichtlich hybrider Systeme gehen, wo Feuerwehrmänner und Roboter gemeinsam in den Einsatz gehen werden [SHE⁺05].

Anhang A

Abkürzungen

ADSU	Automatic Distress Signal Unit
ASF	Atenschutzfahrzeug
ASSP	Atenschutzsammelplatz
BAN	Body Area Network
FF	Freiwillige Feuerwehr
FwDV	Feuerwehr-Dienstvorschrift
LFV	Landesfeuerwehrverband
LZA	Langzeitatmer
NFC	Near Field Communication
ÖBFV	Österreichischer Bundesfeuerwehrverband
PA	Pressluftatmer
PASS	Personal Alert Safety System
PCT	Patent Cooperation Treaty
RFID	Radio Frequency Identification
SFV	Schweizerischer Feuerwehrverband
SKG	Sauerstoffkreislaufgerät
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
UHF	Ultra-High-Frequency

Anhang B

Rechercheergebnisse

B.1 Vorschriften

AS-Einsatz			Feuerwehr:			
Auftrag			Geräteträger	Druck		
Datum:	<input type="checkbox"/> Rettung	1.				bar
Wo:	<input type="checkbox"/> Löschen	2.				bar
Überwacher:	<input type="checkbox"/> Absuchen	3.				bar
Unterschrift:	<input type="checkbox"/>	4.				
Verbindung: <input type="checkbox"/> Funk, Kanal:			<input type="checkbox"/> Seilbezeichnung:			
			<input type="checkbox"/> Telefon	<input type="checkbox"/> Horn	<input type="checkbox"/>	
Einsatz Überwachung (Kontrollen müssen periodisch durchgeführt werden)						
Überwachung	Zeit	Druck	Überwachung	Zeit	Druck	Truppen-Nr.:
Beginn		**	Kontrolle 5		*	
Kontrolle 1		*	Kontrolle 6		*	Trupp-Nr.:
Kontrolle 2		*	Kontrolle 7		*	
Kontrolle 3		*	Kontrolle 8		*	Gerätetyp:
Kontrolle 4		*	Ende		*	
Bemerkungen:						
* tiefster Druck des Trupps eintragen			** Höchster Druck des Trupps eintragen			

Abbildung B.1: Überwachungsprotokoll aus dem Reglement Basiswissen [G⁺13].

B.2 Patente

Nummer	Titel	Priorität	Aktiv
AT 408282	Vorrichtung zur Registrierung und Überwachung von Atemschutzgeräteträgern	25.01.1999	JA

Nummer	Titel	Priorität	Aktiv
AT 500111	Vorrichtung zur Registrierung und Überwachung von Atemschutzgeräteträgern	10.02.2004	JA
DE 2641579	Anordnung zur Überwachung einer mit einem Atemschutzgerät ausgerüsteten Person	13.09.1976	NEIN
DE 4419734	Verfahren zur Ermittlung der Resteinsatzzeit von Atemschutzgeräten und Atemgaskontroller zur Durchführung des Verfahrens	06.06.1994	NEIN
DE 10008048	Überwachungssystem für den Atemschutz	22.02.2000	NEIN
DE 10120775	Überwachungs- und Warnsystem für im Brand- und Katastropheneinsatz tätige Rettungskräfte	24.04.2001	NEIN
DE 10259123	Vorrichtung und Verfahren zur Überwachung des Einsatzes von Atemschutz-Geräteträgern	18.12.2002	NEIN
DE 10314135	Warnsystem für unter gefährlichen Bedingungen tätige Personen	24.03.2003	NEIN
DE 10347894	Vorrichtung und Verfahren zum kontrollierten Betreten oder Verlassen eines Bereiches	15.10.2003	JA
DE 19742758	Überwachungsgerät zum Überwachen von zeitlich begrenzte Tätigkeiten ausführenden Personen	27.09.1997	NEIN
DE 19818377	System zur Überwachung von Personen bei Atemschutzeinsätzen	24.04.1998	NEIN
DE 19822412	System zur Überwachung von Atemschutzgeräteträgern	19.05.1998	NEIN
DE 19822651	Atemschutzüberwachungstafel	20.05.1998	NEIN
DE 19905304	Überwachungssystem für den Atemschutz	20.05.1998	NEIN
DE 102005002688	Personenüberwachungssystem mit Ein- Ausschaltautomatik	20.01.2005	JA
DE 102008004785	System zum Schutz und/oder zur Führung von Personen in Gefahrensituationen	17.02.2008	JA
EP 801368	Improvements in or relating to monitoring devices	13.04.1996	NEIN
EP 1325475	Identifikations- und Verantwortlichkeitssystem und -verfahren	23.08.2000	NEIN
EP 1563872	Vorrichtung zur Registrierung und Überwachung von Atemschutzgeräteträgern	10.02.2004	NEIN
GB 2311015	Respiratory monitors for breathing apparatus	16.08.2005	
US 5433612	Electronic Accountability System	08.11.1994	NEIN
US 5793882	System and method for accounting for personnel at a site and system and method for providing personnel with information about an emergency site	23.03.1995	NEIN
US 6029889	Firefighter accountability apparatus and method	30.10.1997	NEIN

Nummer	Titel	Priorität	Aktiv
US 7342648	Information sensing and sharing system for supporting rescue operations from burning buildings	11.06.2005	NEIN
WO 1993003465	Integrated Safety Monitoring and Alarm System	06.08.1991	NEIN
WO 2002017237	Identification and accountability system and method	23.08.2000	NEIN
WO 2004091725	Verfahren zur Überwachung von zumindest zwei Personen mit externer Atemluftversorgung	15.04.2003	
WO 2014102391	System for monitoring independent respiratory protection	31.12.2012	JA

Tabelle B.1: Auflistung aller recherchierten Patente zum Themenbereich Atemschutzüberwachung (Stand: 30. November 2014).

B.3 Gebrauchsmuster

Nummer	Titel	Priorität	Aktiv
DE 20001116	Vorrichtung zur Registrierung und Überwachung von Atemschutzgeräteträgern	25.01.1999	NEIN
DE 20003160	Hochsicheres Überwachungssystem für den Atemschutz	22.02.2000	NEIN
DE 20318365	Gerät zur Registrierung, Überwachung und Speicherung der Einsatzdaten von umluftunabhängigen Geräteträgern (z.B. Atemschutzgeräteträger)	27.11.2003	NEIN
DE 29620650	Mikroprozessorgesteuertes Überwachungssystem für zeitbegrenzte Tätigkeiten	27.11.1996	NEIN
DE 29805415	Atemschutzüberwachungstafel	25.03.1998	NEIN
DE 29815029	Organisationstafel als Atemschutz-Überwachungstafel mit Einsatzdokumentation zur externen Sicherung von Atemschutzgeräteträgern	21.08.1998	NEIN
DE 202005020561	Vorrichtung zur Registrierung und Überwachung von Atemschutzgeräteträgern	10.02.2005	JA
DE 202009008075	Atemschutzüberwachungstafel mit Uhren-Anzeigeskala für Behälterdrücke und Atemluftgebrauchszeiten	10.06.2009	JA
DE 202013002845	Atemschutzüberwachungssystem in Tafelform mit mehreren Bedienteilen	29.03.2013	JA

Tabelle B.2: Auflistung aller recherchierten Gebrauchsmuster zum Themenbereich Atemschutzüberwachung (Stand: 30. November 2014).

B.4 User Interfaces einzelner Softwarelösungen

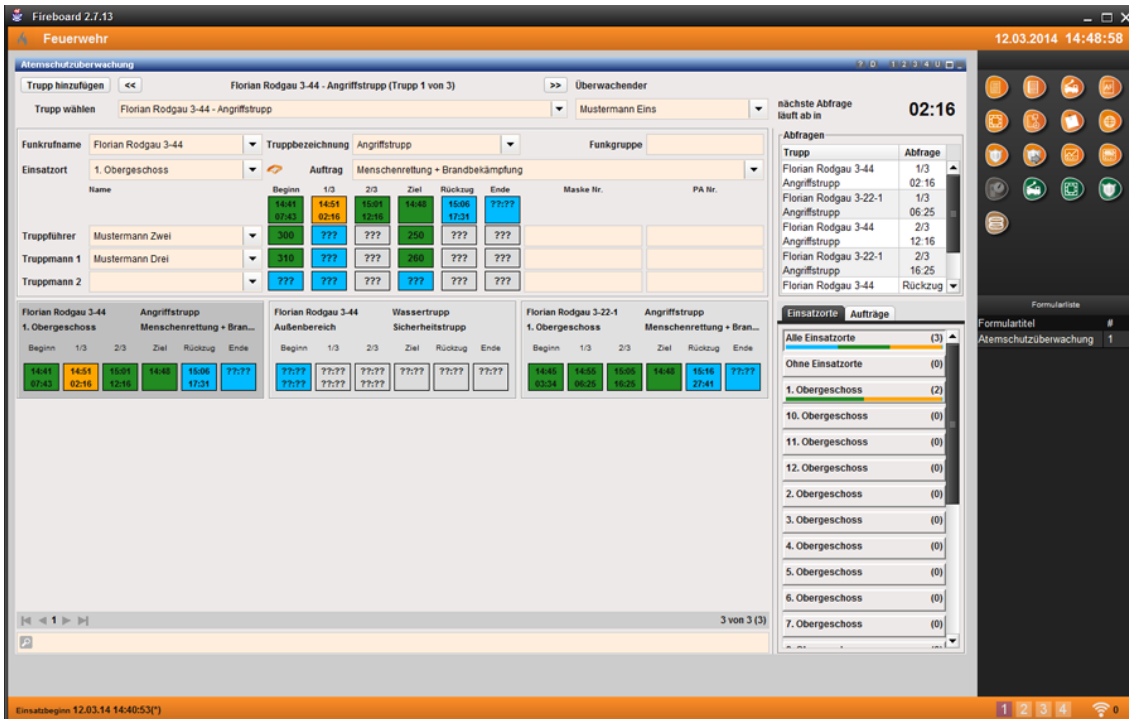


Abbildung B.2: User Interface der Atemschutzüberwachung Fireboard [7].

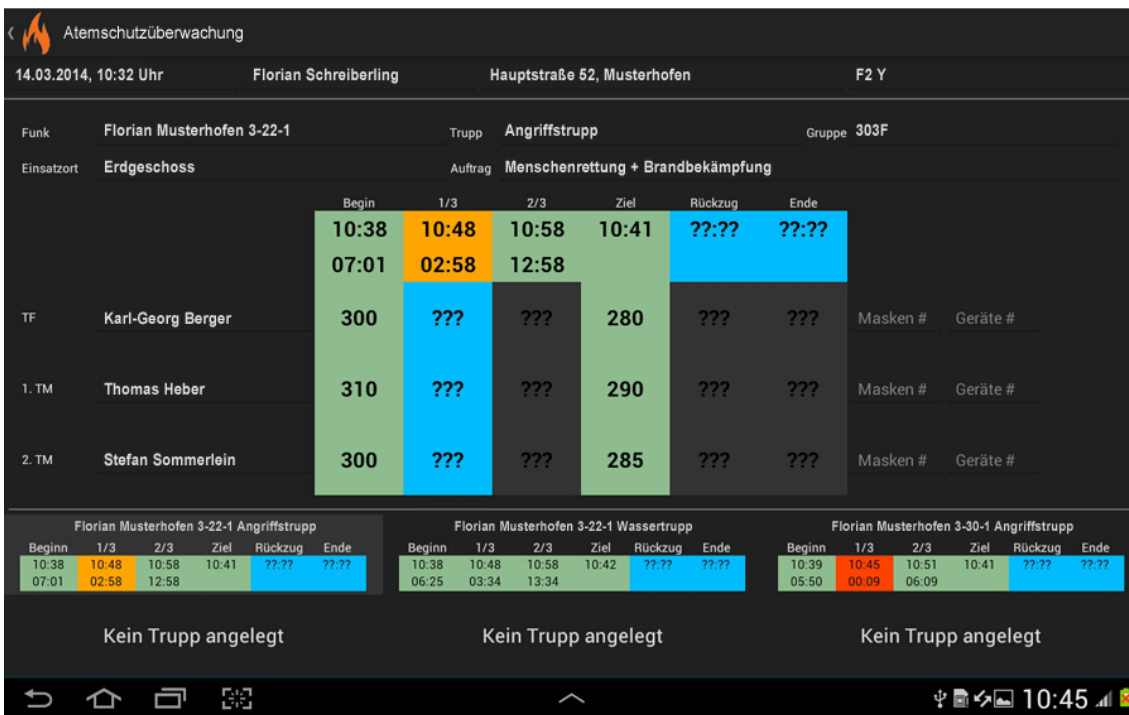


Abbildung B.3: User Interface der Atemschutzüberwachung Fireboard als App [7].

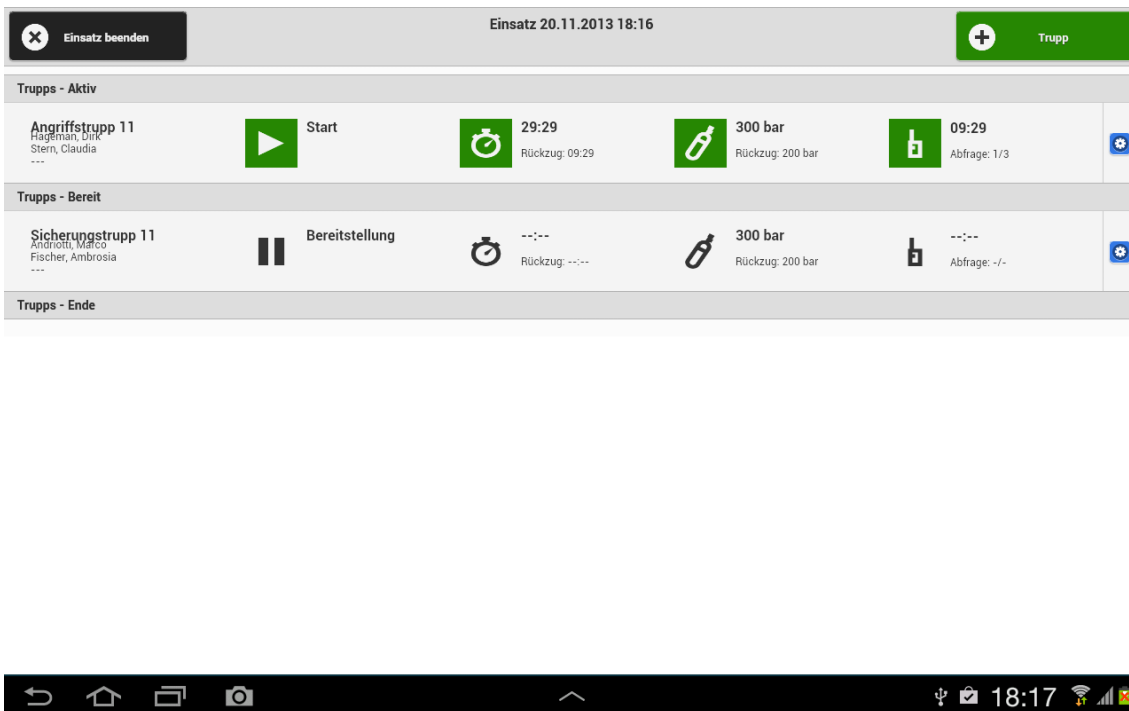


Abbildung B.4: User Interface Atemschutz Überwachung Pro [11].

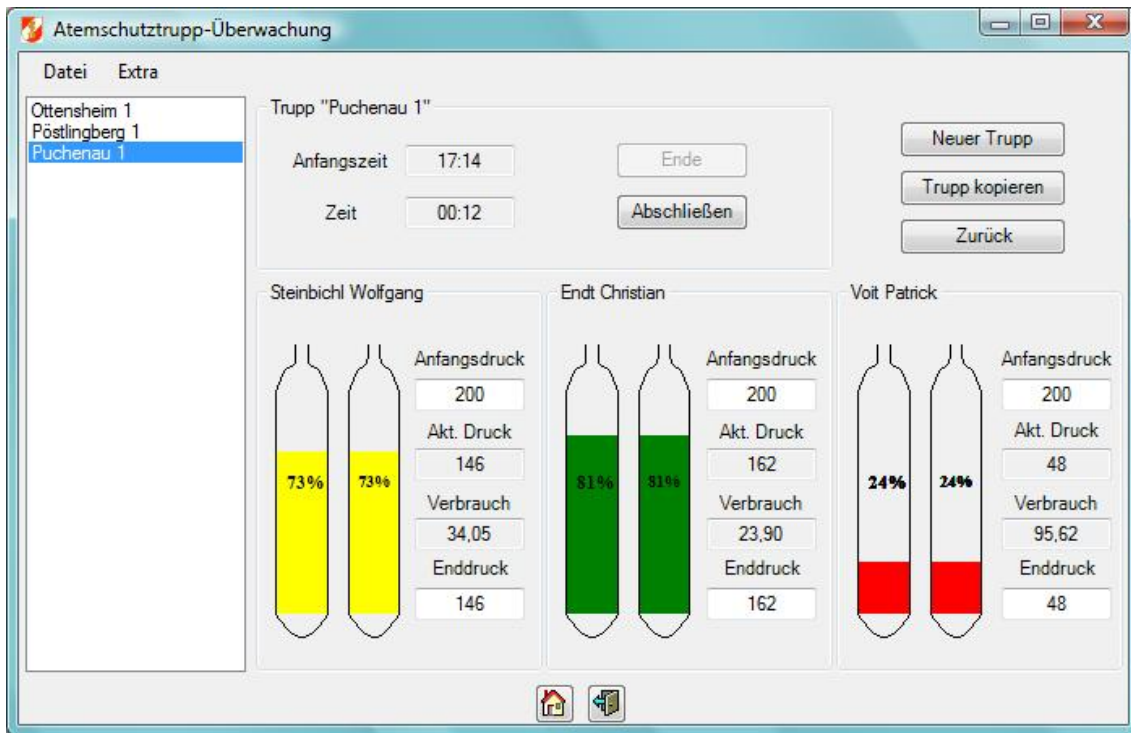


Abbildung B.5: User Interface der Atemschutzüberwachung in der Software ATEM [8].

B.5 Leitfaden zur Befragung der Feuerwehren

Erhebung des Ist-Standes

- Welches Atemschutzüberwachungssystem wird verwendet?
- Wie sieht der Prozess des Atemschutzeinsatzes in der Praxis aus?
- Welche Informationen werden an der Überwachungstafel dokumentiert?
- Erfolgt eine Registrierung im Fahrzeug?
- Wie wird der Atemschutzsammelplatz abgewickelt?
- Welches Atemschutzverwaltungssystem wird verwendet?
- Besteht Interesse an einem leistbaren Telemetriesystem?

Bewertung und Fragen zur Stand-Alone-Atemschutzüberwachung

- Welche Hardware wird bevorzugt (Smartphone, Tablet, Display im Pumpenbedienstand)?
- Wie wichtig ist das Thema der Ausfallssicherheit?
- Ist die vorgestellte Benutzeroberfläche intuitiv bedienbar?
- Sind alle relevanten Informationen ausreichend erkennbar?
- Sind die Hinweisfunktionen auf den Rettungstrupp oder auf vorhandene Tauglichkeitsuntersuchungen sinnvoll?
- Soll ein geräte- oder personenbezogener Ansatz verfolgt werden?
- Ist es sinnvoll, Ausrüstungsgegenstände ebenfalls zu registrieren?
- Nach welcher Methode soll der Luftverbrauch ermittelt werden?
- Ist die Anzeige von persönlichen Daten der Atemschutzgeräteträger (durchschnittlicher Luftverbrauch, Anzahl an Einsätzen oder Übungen) sinnvoll?
- Wie viele Trupps sollen überwacht werden?
- Wie soll die Berechnung der Resteinsatzzeit erfolgen?
- Soll eine Druckkorrektur möglich sein?
- Ist es sinnvoll, die Drücke einzelner Geräte ebenfalls zu erfassen?
- Macht eine Pause-Funktion Sinn?

Fragen zur vernetzten Atemschutzüberwachung

- Ist es sinnvoll die Verwaltung der Flaschen am Atemschutzsammelplatz ebenfalls über die Software abzuwickeln?
- Bringt die Übersicht für den Einsatzleiter einen Mehrwert im Feuerwehreinsatz?
- Ist eine Übersicht über anrückende Atemschutztrupps nützlich?
- Ist eine Bedarfsmeldung für weitere Trupps vom Gruppenkommandant oder Abschnittsleiter an den Atemschutzsammelplatz sinnvoll?
- Macht das „Tracking“ der Atemschutztrupps an der Einsatzstelle Sinn?

Administration und Verwaltung

- Wird ein Austausch der Mitgliederdaten zwischen Feuerwehren in der Praxis möglich sein?
- Wird eine direkte Verwaltung der Daten oder ein Datenimport aus der Feuerwehr-Verwaltungs-Software bevorzugt?
- Soll mit dem Atemschutzüberwachungssystem die Verwaltung der Atemschutzgeräte und Atemschutzgeräteträger ebenfalls abgedeckt werden?

Literaturverzeichnis

- [Aus04] AUSSCHUSS FEUERWEHRANGELEGENHEITEN, KATASTROPHENSCHUTZ UND ZIVILE VERTEIDIGUNG: *Feuerwehr-Dienstvorschrift 7. Atemschutz*, August 2004.
- [B⁺06] BÜRGER, EBERHARD et al.: *Bericht zum Einsatz Tübingen, Reutlinger Straße 34/1, am 17. Dezember 2005*. Baden-Württemberg, Unfallkommission Tübingen, Juni 2006. Verfügbar unter: <http://www.lfs-bw.de/berichte/sonstige/Documents/Tuebingen-Unfallkommissions-Bericht.pdf>.
- [BBR06] BRETSCHNEIDER, NORA, SIMON BRATTKE und KARLHEINZ REIN: *Head mounted displays for fire fighters*. In: *2006 3rd International Forum on Applied Wearable Computing (IFAWC)*, Seiten 1–15. VDE, 2006.
- [Blu15] BLUTSCH, ARMIN: *Persönliches Gespräch*. Amstetten, Jänner 2015. Vizepräsident des ÖBFV, Freiwillige Feuerwehr Amstetten.
- [BNN95] BAUER, HANS-JÜRGEN, EUGEN NEUMANN und ROLAND NIGRINI: *Verfahren und Atemgascontroller zur Ermittlung der Resteinsatzzeit von Atemschutzgeräten und Tauchgeräten*. Patent DE 44 19 734 A1, 1995. Pr.: 06.06.1994.
- [Bur09] BURGSTALLER, PETER: *Patentrecht und Technologietransfer: Handbuch zum österreichischen, europäischen und US-amerikanischen Patent- und Technologie-Wettbewerbsrecht*. Verlag Medien und Recht, 2009.
- [CAL⁺11] CIMOLINO, ULRICH, DIRK ASCHENBRENNER, THOMAS LEMBECK, CHRISTIAN PANNIER und JAN SÜDMERSEN: *Atemschutz: Sicheres und effizientes Vorgehen, Suchverfahren, Geräte und Hilfsmittel*. ecomed Sicherheit, 5. Auflage, 2011.
- [DCM⁺07] DUCKWORTH, J., D. CYGANSKI, S. MAKAROV, W. MICHALSON, J. ORR, V. AMENDOLARE, J. COYNE, H. DAEMPFLING, D. HUBELBANK und H. PARIKH: *WPI precision personnel locator system—evaluation by first responders*. Proceedings of ION GNSS, (Fort Worth, Texas), 2007.
- [Det14] DETOBEL, MATTIAS: *System for monitoring independent respiratory protection*. Patent WO 2014 102 391 A1, 2014. Pr.: 31.12.2012.
- [Dre12] DREWS, RALF: *System zum Schutz und/oder Führung von Personen in Gefahrensituationen*. Patent DE 10 2008 004 785 B4, 2012. Pr.: 17.01.2008.
- [FGK08] FELD, SVEN, CHRISTIAN GIUDICI und THORSTEN KIESEWALTER: *System zur Überwachung von Atemschutzgeräteträgern*. Patent DE 19 822 412, 2008. Pr.: 19.05.1998.

- [Fru15] FRUHWIRTH, MICHAEL: *Navigation, Ortung und Tracking von Feuerwehreinsatzkräften in Gebäuden*. Seminararbeit, Technische Universität Graz, 2015.
- [G⁺13] GOEPFERT, DANIEL et al.: *Reglement Basiswissen*. Feuerwehr Koordination Schweiz, April 2013. Verfügbar unter: <http://docs.feukos.ch/Basiswissen/ReglementBasiswissenDE/>.
- [GCdVS09] GRAEGER, ARVID, ULRICH CIMOLINO, HOLGER DE VRIES und JAN SÜDMERSEN: *Einsatz und Abschnittsleitung: Das Einsatz-Führungs-System*. eco-med Sicherheit, 2. Auflage, 2009.
- [GCJA13] GHOSH, SAIBAL K., SURYADIP CHAKRABORTY, ANAGHA JAMTHE und DHARMA P. AGRAWAL: *Comprehensive monitoring of firefighters by a Wireless Body Area Sensor Network*. In: *2013 Tenth International Conference on Wireless and Optical Communications Networks*, Seiten 1–6. IEEE, 2013.
- [Her14] HERDER, HELENA: *Patentrecht*. Vorlesungsfolien Intellectual Property Rights II, 2014. Johannes Kepler Universität Linz.
- [IOCoJ] IOCAD ENGINEERING SERVICES, INC.: *Personnel Accountability System Technology Assessment*. United States Fire Administration, o.J. Verfügbar unter: <http://www.sustainable-design.ie/fire/firepersonnelaccountabilityatafirescene.pdf>.
- [JHTL04] JIANG, XIAODONG, JASON I. HONG, LEILA A. TAKAYAMA und JAMES A. LANDAY: *Ubiquitous computing for firefighters: field studies and prototypes of large displays for incident command*. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Seiten 679–686. ACM, 2004.
- [Jum04] JUMPERTZ, WERNER: *Vorrichtung und Verfahren zur Überwachung des Einsatzes von Atemschutzgeräteträgern*. Patent DE 102 59 123 B3, 2004. Pr.: 18.12.2002.
- [KT08] KRIBITZ, EWALD und KLAUS TSCHABUSCHNIG: *Neuerungen am Atemschutzsektor*. Landesfeuerweherschule Kärnten, 2008. Verfügbar unter: http://www.feuerwehr-ktn.at/cms/uploads/media/Atemschutz_Schulungsunterlagen_2008.pdf.
- [Lan13] LANDESFEUERWEHRVERBAND STEIERMARK: *Richtlinie Atemschutzleistungsprüfung*, Mai 2013. Verfügbar unter: http://www.lfv.steiermark.at/Portaldatta/1/Resources/dokumente/5_aus_u_weiterbildung/2_aslp/r1/RL_AS LP___2013_Endfassung.pdf.
- [LS05] LUBKOLL, DIETER und AXEL SCHUBERT: *Überwachungs- und Warnsystem für im Brand- und Katastropheneinsatz tätige Rettungskräfte*. Patent DE 10 120 775, 2005. Pr.: 24.04.2001.
- [LSV99] LAMMERTS, E., C. H. SLUMP und K. A. VERWEIJ: *Realization of a mobile data application in TETRA*. STW/SAFE99, Seiten 249–253, 1999.

- [M⁺96] MAURER, KLAUS et al.: *Schlußbericht - Unfallkommission Einsatz Kierberger Straße 15, 06.03.1996, 13.42 Uhr*, April 1996. Verfügbar unter: <http://www.atenschutzunfaelle.de/download/Unfaelle/Stampe/u19960306-koeln-abschlussbericht.pdf>.
- [May11] MAYER, INGO: *Atenschutz: Was gibt es Neues? (2)*. Blaulicht, Fachzeitschrift für Brandschutz und Feuerwehrtechnik, 60(6):16–17, Juni 2011.
- [May15] MAYER, INGO: *Persönliches Gespräch*. Graz, März 2015. Leiter des Sachgebietes 3.3 Atemschutz im Österreichischen Bundesfeuerwehrverband sowie Einsatzoffizier der Berufsfeuerwehr Graz.
- [McW11] MCWILLIAMS, ROBIN: *Head-up display unit*. Patent US 8 082 922, 2011. Pr.: 31.01.2007.
- [Mey12] MEYER, CHRISTIAN: *Prozessoptimierung beim Instandhaltungsmanagement des Technikzentrums der Berufsfeuerwehr der Freien und Hansestadt Hamburg mittels RFID*. Masterarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, 2012.
- [o. 11] o. V.: *Usecase bei Krefelder Feuerwehr - Eingenähte Wäschetransponder dokumentieren Reinigungsvorgang*. RFID im Blick, (04):34, 2011. Verfügbar unter: http://www.hli-consulting.de/fileadmin/Presseartikel/RFID_in_Feuerwehr_und_Rettungswesen.pdf.
- [Ö07] ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND: *Fachheft 6: Atemschutz*, Oktober 2007.
- [Ö11] ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND: *Positionspapier des Sachgebietes 3.3 zu Atemschutzüberwachung und Telemetrie 2011*. Internes Dokument, Juni 2011.
- [OGM⁺10] OLIVEIRA, A., C. GEHIN, B. MASSOT, C. RAMON, A. DITTMAR und E. MCADAMS: *Thermal parameters measurement on fire fighter: Improvement of the monitoring system*. In: *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE*, Seiten 6453–6456. IEEE, 2010.
- [Osh08] OSHRY, MARC: *Who's on first? Implementing a personnel accountability system in the Rockland, Massachusetts Fire Department*. Masterarbeit, Anna Maria College, 2008.
- [Pai15] PAIREDER, EDUARD: *Persönliches Gespräch*. Linz, Jänner 2015. Leiter Abteilung Technik und Innovation im Landesfeuerwehrverband Oberösterreich.
- [Pet09] PETER SCHMITT GMBH: *Funkführungsleine mit integrierter Funkantenne*. Gebrauchsmuster DE 20 2009 008 933 U1, 2009. Pr.: 29.06.2009.
- [Pet10] PETER SCHMITT GMBH: *Atemschutzüberwachungstafel mit Uhren-Anzeigeskala für Behälterdrücken und Atemluftgebrauchszeiten*. Gebrauchsmuster DE 20 2009 008 075 U1, 2010. Pr.:16.06.2009.

- [Pöl05] PÖLZ, HERBERT: *Vorrichtung zur Registrierung und Überwachung des Einsatzes von Atemschutzgeräteträgern*. Patent AT 500 111 A1, 2005. Pr.: 10.02.2004.
- [PSL10] PIOTROWSKI, KRZYSZTOF, ANNA SOJKA und PETER LANGENDOERFER: *Body area network for first responders: a case study*. In: *Proceedings of the Fifth International Conference on Body Area Networks*, Seiten 37–40. ACM, 2010.
- [Rei15] REINMÜLLER, ROBERT: *Persönliches Gespräch*. Kapfenberg, Jänner 2015. Hauptamtlicher Sachbearbeiter Atemschutz, Freiwillige Feuerwehr Kapfenberg.
- [RF13] RICHTER, MICHAEL und MARKUS FLÜCKIGER: *Usability Engineering kompakt - Benutzbare Produkte gezielt entwickeln*. Springer Vieweg, 3. Auflage, 2013.
- [RHFME10] RANTAKOKKO, JOUNI, P. HANDEL, M. FREDHOLM und F. MARSTEN-EKLOF: *User requirements for localization and tracking technology: a survey of mission-specific needs and constraints*. In: *2010 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*, Seiten 1–9. IEEE, 2010.
- [Ros12] ROSENBAUER INTERNATIONAL AG: *Benutzerhandbuch EMEREC Office*. Internes Dokument, 2012.
- [RS03] RIECK, LUTZ und HERMANN SCHRÖDER: *Erläuterungen zur Feuerwehr-Dienstvorschrift 7 "Atemschutz"*, 2003. Verfügbar unter: http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv7_erlaeuterungen.pdf.
- [RS08] RUEPPEL, UWE und KAI MARCUS STUEBBE: *BIM-based indoor-emergency-navigation-system for complex buildings*. *Tsinghua Science & Technology*, 13:362–367, 2008.
- [RYTM07] RENAUDIN, VALÉRIE, OKAN YALAK, PHILLIP TOMÉ und BERTRAND MERMINOD: *Indoor navigation of emergency agents*. *European Journal of Navigation*, 5(3):36–45, 2007.
- [See05] SEEMANN, GÜNTER: *Vorrichtung und Verfahren zum kontrollierten Betreten oder Verlassen eines Bereiches*. Patent DE 103 47 894 B4, 2005. Pr.: 15.10.2003.
- [SHE⁺05] SAARINEN, JARI, S HEIKKILA, MIKKO ELOMAA, JUSSI SUOMELA und AARNE HALME: *Rescue personnel localization system*. In: *International Safety, Security and Rescue Robotics Workshop*, Seiten 218–223. IEEE, 2005.
- [SO15] STÖGERMAIR, SIEGFRIED und GÜNTHER ORTNER: *Persönliches Gespräch*. Wels, Jänner 2015. Hauptamtliche Sachbearbeiter Atemschutz, Freiwillige Feuerwehr Wels.
- [SSW06] SHA, KEWEI, WEISONG SHI und ORLANDO WATKINS: *Using wireless sensor networks for fire rescue applications: Requirements and challenges*. In: *2006 IEEE International Conference on Electro/information Technology*, Seiten 239–244. IEEE, 2006.

- [Ste07] STEINGRÖVER, HEINZ: *Bericht der Untersuchungskommission zum tödlichen Unfall beim Einsatz Brand Gewerbebetrieb Ibbenbüren An der Umfluth 31 am 12. Mai 2006*. Stadt Ibbenbüren - Der Bürgermeister, Dezember 2007. Verfügbar unter: <http://www.ff-inheiden.de/wps/hungen/dl/det/FF-Hungen/1552/>.
- [Sto02] STOCKHAMMER, RUDOLF: *Durchgangskontrolleinrichtung für berührungslose Datenträger*. Patent DE 198 31 767 C2, 2002. Pr.: 15. Juli 1998.
- [Sun06] SUNDERMAN, LORI M.: *Improving Firefighter Accountability Systems with the Use of Electronic Devices*. National Fire Academy, 2006. Verfügbar unter: <http://www.usfa.fema.gov/pdf/efop/efo41333.pdf>.
- [Töt00] TÖTEBERG, ANDREAS: *Hochsicheres Überwachungssystem für den Atemschutz*. Gebrauchsmuster DE 200 06 160 U1, 2000. Pr.: 22.02.2000.
- [Töt03] TÖTEBERG, ANDREAS: *Überwachungssystem für den Atemschutz*. Patent DE 100 08 048 C2, 2003. Pr.: 22.02.2000.
- [Töt08] TÖTEBERG, ANDREAS: *Personenüberwachungssystem mit Ein- Ausschaltautomatik*. Patent DE 10 2005 002 688 B4, Juli 2008. Pr.: 20.01.2005.
- [WCC00] WHALEN, PAUL, GARY CHILTON und NATHAN CASS: *Firefighter accountability apparatus and method*. Patent US 6 029 889 A, Februar 2000. Pr.: 30.10.1997.
- [WW07] WILSON, J. und P. WRIGHT: *Design of monocular head-mounted displays, with a case study on fire-fighting*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 221(12):1729–1743, 2007.

Verzeichnis der Webadressen

- [1] ATE SICHERHEITSTECHNIK: *Notortungssystem Genius G*. <http://www.atenschutzueberwachung.com/genius/g.html>. Eingesehen am 27.02.2015.
- [2] ATE SICHERHEITSTECHNIK: *Signum G3*. <http://www.atenschutzueberwachung.com/signum/g3.html>. Eingesehen am 27.11.2014.
- [3] ATEMSCHUTZUNFAELLE.EU: *Unfälle in Europa*. <http://www.atenschutzunfaelle.de/unfaelle/eu/>. Eingesehen am 25.04.2015.
- [4] DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT: *DEPATISnet*. <https://depatisnet.dpm.a.de/DepatisNet/depatisnet?window=1&space=menu&content=index&action=einsteiger>. Eingesehen am 06.04.2015.
- [5] EUROPÄISCHES PATENTAMT: *Espacenet*. http://worldwide.espacenet.com/?locale=de_EP. Eingesehen am 06.04.2015.
- [6] EVOLUS: *Pencil Project*. <http://pencil.evolus.vn/>. Eingesehen am 25.04.2015.
- [7] FIREBOARD GMBH: *Fireboard - Funktionen der Atemschutzüberwachung*. <http://www.fireboard.net/index.php?funktionen>. Eingesehen am 15.04.2015.
- [8] FREIWILLIGE FEUERWEHR PUCHENAU: *Atemschutzverwaltungsprogramm Atem*. <http://www.feuerwehr-puchenu.at/service-tipps-und-informationen/software/531-atem>. Eingesehen am 15.04.2015.
- [9] FREIWILLIGE FEUERWEHR ZWETTL: *EDV-Sachbearbeiter-Fortbildung 2010: Neues zu FDISK*. http://www.feuerwehr.zwettl.at/sachgeb/edv/fdisk/div/fdisk_2010-10.htm. Eingesehen am 16.04.2015.
- [10] GRACE INDUSTRIES, INC.: *Super PASS 2*. <http://www.graceindustries.com/index.php/public-safety-man-down-alarms/32-superpass-2>. Eingesehen am 08.04.2015.
- [11] GREBNER, OLAF: *Atemschutz Überwachung Pro*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=eu.mobilion.atenschutz.pro>. Eingesehen am 15.04.2015.
- [12] IDENTIFIKATION INFO: *Datenerfassung*. <http://www.identifikation.info/idpages/pmw/sites/identifikation.info/Basics/Uebersicht>. Eingesehen am 02.04.2015.

- [13] INDUSTRIELEKTRONIK PÖLZ: *Checkbox 5+1*. <http://www.poelz.at/de/produkte/atenschutzueberwachung>. Eingesehen am 28.11.2014.
- [14] JUHNKE, JOSEPH: *The future of firefighting - A HMD-AR UI concept for first responders*. <https://www.youtube.com/watch?v=QBAnr2gQTH0>. Eingesehen am 26.03.2015.
- [15] MOBILION.EU GREBNER: *Atenschutz Überwachung Pro*. <http://www.mobilion.eu/apps/atenschutz-ueberwachung-pro>. Eingesehen am 31.01.2015.
- [16] MOTOROLA SOLUTIONS INC.: *Motorola and Scott Safety Accountability Solution*. http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/product_lines/apx/documents/motorola_scott_safety_accountability_solution_fact_sheet.pdf. Eingesehen am 20.04.2015.
- [17] MR STEUERTECHNIK GMBH: *Atenschutzüberwachungstafel Atur-D*. <http://www.atenschutzueberwachung.net/atenschutzueberwachungstafel-atur-d.html>. Eingesehen am 05.01.2015.
- [18] MSA AUER GMBH: *alphaCONTROL 2 Funktionen und Vorteile*. http://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/alphaCONTROL2_Features-Benefits-DE. Eingesehen am 04.04.2015.
- [19] MSA AUER GMBH: *Einsatzbeispiel einer professionellen Atemschutzüberwachung bei Großeinsätzen*. <http://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/alphaPersonalnetwork%20Case%20Study%20-%20DE>. Eingesehen am 01.12.2014.
- [20] NFC WORLD: *NFC phones: The definitive list*. <http://www.nfcworld.com/nfc-phones-list/#available>. Eingesehen am 02.04.2015.
- [21] ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND: *Das österreichische Feuerwehrwesen*. <http://www.bundesfeuerwehrverband.at/feuerwehrwesen/>. Eingesehen am 23.02.2015.
- [22] ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND: *Sachgebiet 3.3 Atemschutz*. <http://www.bundesfeuerwehrverband.at/oebfv/referate-und-sachgebiete/einzelne-referate/sachgebiet-33/>. Eingesehen am 21.02.2015.
- [23] PETER SCHMITT GMBH: *Atenschutzüberwachungstafel E30*. <http://www.peterschmitt.de/index.php/produkte/psi/atenschutzueberwachung/e-tafeln>. Eingesehen am 08.04.2015.
- [24] SCOTT SAFETY: *Pak-Tracker Ortungssystem für die Feuerwehreinsatzkräfte*. <https://www.scottsafety.com/de/emea/Pages/ProductDetail.aspx?productdetail=Pak-Tracker+Ortungssystem+f%C3%BCr+die+Feuerwehreinsatzkr%C3%A4fte>. Eingesehen am 15.12.2014.
- [25] SOLARYS INFORMATIK GMBH: *SyBOS - Kunden Feuerwehr*. <http://sybos.net/feuerwehr>. Eingesehen am 09.04.2015.
- [26] SPERBER, FLORIAN: *Atenschutzüberwachung (ASÜ)*. <http://www.innenangriff.com/2011/10/15/atenschutzueberwachung-asue/>. Eingesehen am 25.04.2015.

- [27] STROBL, MARKUS: *Überwachungsgerät Check Box 5+1 für alle FFs angeschafft*. <http://www.feuerwehr-innsbruck.at/html/bericht.php?id=535>. Eingesehen am 23.02.2015.
- [28] TAUROB GMBH: *taurob - Robots for dangerous missions*. <http://taurob.com/>. Eingesehen am 28.02.2015.
- [29] TECHNISCHE UNIVERSITÄT CLAUSTHAL, INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE INFORMATIONSTECHNIK: *Eindeutige Detektion von RFID-Tags zur Personenerkennung*. <http://www.sinosys.de/projekte/rasii/personenerkennung/>. Eingesehen am 24.02.2015.
- [30] WHITE, TAMMY: *Making Sailors 'SAFFiR' - Navy Unveils Firefighting Robot Prototype at Naval Tech EXPO*. http://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=85459. Eingesehen am 28.02.2015.