

# Schlussbericht der Berliner Feuerwehr zum Forschungsprojekt



## **Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme**

Förderkennzeichen: 13N13041

Teilvorhaben: Sensorbasierte Sicherheits- und  
Notfallmanagementsysteme für Großschadensereignisse in Berliner U-  
Bahnanlagen

Berliner Feuerwehr

Voltairestraße 2, 10179 Berlin

Anja Kleinebrahn, Per Kleist, Frank Pohland



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	5
I. Kurzdarstellung.....	6
1. Aufgabenstellung.....	6
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	7
3. Planung und Verlauf des Vorhabens.....	7
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	8
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	8
II. Eingehende Darstellung.....	10
1. Erzielte Ergebnisse im Einzelnen.....	10
1.1 AP-Nr. 1 „Bedrohungsanalyse und Szenariodefinition“.....	10
1.2 AP-Nr. 2 „Anforderungen und Schnittstellendefinition“.....	15
1.3 AP-Nr. 3 „Verwundbarkeit von U-Bahnanlagen durch extreme mechanische Lasten“.....	18
1.4 AP-Nr. 4 „Entwicklung des Sicherheitsmanagement- u. Notfalleinsatzsystems“.....	23
1.5 AP-Nr. 5 „Experimentelle Untersuchung des Verhaltens von Rettungskräften“.....	25
1.6 AP-Nr. 6 „Sozialverhalten in U-Bahnanlagen in Extremsituationen“.....	28
1.7 AP-Nr. 7 „Evaluierung der Ergebnisse der experimentellen Untersuchung“.....	48
1.8 AP-Nr. 8 „Integration der Prozesse/Technologien/Methoden für einen Feldversuch“.....	50
1.9 AP-Nr. 9 „Feldversuch in einem U-Bahntunnel“.....	53
1.10 AP-Nr. 10 „Dokumentation, Dissemination“.....	56
2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	56
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	56
4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	57
5. Während der Durchführung bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	58
6. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen.....	58
Anhang.....	59

## Abkürzungsverzeichnis

AG:	Arbeitsgruppe
AKFS:	Akademie der Katastrophenforschungsstelle
AP:	Arbeitspaket
Bsp.:	Beispiel
BFRA:	Berliner Feuerwehr- und Rettungsdienst Akademie
BFW:	Berliner Feuerwehr
BIGS:	Brandenburgisches Institut für Gesellschaft und Sicherheit
BMRCL:	Bangalore Metro Rail Corporation Limited
BOS:	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BVG:	Berliner Verkehrsbetriebe
CISR:	Critical Incident Stress Reactions
DB:	Deutsche Bahn
DL:	Drehleiter
DLRG:	Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft
DRK:	Deutsches Rotes Kreuz
DWD:	Deutscher Wetterdienst
EA:	Einsatzabschnitt
EK:	Einsatzkräfte
EL:	Einsatzleiter
EMI:	Fraunhofer Ernst-Mach-Institut
ELW:	Einsatzleitwagen
FF:	Freiwillige Feuerwehr
FwDV 100:	Feuerwehrdienstvorschrift 100
FwG:	Gesetz über die Feuerwehren im Land Berlin in der Fassung vom 23.09.2003
GA:	Geschäftsanweisung
GW-San:	Gerätewagen Sanität
HiOrg:	Hilfsorganisationen
I. d. R.:	In der Regel
IFA:	International Fire Academy

IISc:	Indian Institute of Science
IIT:	Indian Institute of Technology
ITC:	ITC Engineering GmbH & Co. KG
KatS:	Katastrophenschutz
LHF:	Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeug
Lts.:	Leitstelle
MANV:	Massenanfall von Verletzten
ÖEL:	Örtliche Einsatzleitung
POL:	Polizei
PTSD:	Post Traumatic Stress Disorder
PTZ:	Personentransportzug
RTW:	Rettungswagen
RW:	Rüstwagen
SenInn:	Senatsverwaltung für Inneres und Sport
SER:	Sonder-Einsatz-Regel
StF:	Staffelführer
SW:	Schlauchwagen
UAP:	Unterarbeitspaket
ÜL:	Übungsleitung
UniBw:	Bundeswehr Universität München
UVA:	Unterirdische Verkehrsanlagen
V. a.:	Vor allem
Vfdb:	Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.
Z. B.:	Zum Beispiel

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gefahrenmatrix .....	19
Abbildung 2: Bodenbeschaffenheit Berlin (Ausschnitt) .....	22
Abbildung 3: Übersicht Probanden .....	27
Abbildung 4: Einsatzmittelaufgebot – nationaler Vergleich 1/2 .....	29
Abbildung 5: Einsatzmittelaufgebot – nationaler Vergleich 2/2 .....	30
Abbildung 6: Einsatzmittelaufgebot – internationaler Vergleich .....	31
Abbildung 7: Übersicht Kommunikationsübung am 08.09.2017 .....	37
Abbildung 8: Übersicht Übung „Cäsium“ am 23.06.2018 .....	38
Abbildung 9: Übersicht SenSE4Metro-Abschlussübung am 07.10.2018 .....	38
Abbildung 10: Simulierte Sensorknoten im betroffenen Streckenabschnitt .....	51
Abbildung 11: Simulierte Messwerte im betroffenen Streckenabschnitt .....	52
Abbildung 12: Simulierte Sensorknoten im Verlauf des Feldversuches .....	53
Abbildung 13: Nutzung des Demonstrators im Rahmen der Großübung im Oktober 2018.....	55

# I. Kurzdarstellung

## 1. Aufgabenstellung

Unterirdische Bahnanlagen prägen die Verkehrsnetze von Großstädten weltweit. Auch in Berlin gehören sie zu den wichtigsten Infrastrukturen und werden täglich von Millionen Menschen genutzt. Entsprechend groß ist die potentielle Betroffenheit bei Unfällen, Anschlägen oder Katastrophen.

Zum Glück kommt es nur sehr selten zu solchen Ereignissen. Das bedeutet aber auch, dass für derartige Einsätze nicht allzu viele Erfahrungswerte und nur wenig Routine bei den Abläufen vorliegen und sie (auch für die Feuerwehr) immer eine besondere (Ausnahme-)Situation darstellen.

Es gilt, lange Wegstrecken und große Höhen zu überwinden, hoher körperlichen Belastung standzuhalten, auf oftmals unberechenbaren Luftströmungen zu reagieren und sich nicht nur mit den Kameraden, sondern auch weiteren Stellen, wie der Sicherheitsleitstelle des U-Bahn-Betreibers, auszutauschen.

Eine der wichtigsten Grundlagen für sicheres und zielorientiertes Handeln bildet in solch einer Situation eine möglichst schnelle und umfassende Information über die Schadensstelle.

Um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie die Sicherheit von Fahrgästen und Einsatzkräften in U-Bahn-Systemen in komplexen Notfallsituationen erhöht werden kann, hat sich die Berliner Feuerwehr an dem deutsch-indischen Forschungsprojekt „SenSE4Metro“ („Sensorbasiertes Sicherheits- und Notfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme im Katastrophenfall“) beteiligt.

Die übergeordneten Ziele des Projektes waren die

- Erhöhung der Sicherheit von Personen in U-Bahn-Systemen in Notfallsituationen und die
- Entwicklung eines sensorbasierten Sicherheits- und Notfallmanagementsystems

Im gemeinsamen Konsortium, bestehend aus

- Fraunhofer Ernst-Mach-Institut (EMI) (Konsortialführer)
- ITC Engineering (ITC)
- Brandenburgisches Institut für Gesellschaft und Sicherheit (BIGS)
- Bundeswehr Universität München (UniBw)
- Indian Institute of Science (IISc)
- Indian Institute of Technology Delhi (IIT)
- Bangalore Metro Rail Corporation Limited (BMRCL)

verfolgte die Berliner Feuerwehr (BFW) neben der Mitarbeit an den Gesamtprojektzielen folgende spezielle Hauptziele:

- Verbesserte Umgebungsbedingungen und Vorbereitung für Einsätze bei komplexen Notfallsituationen in unterirdischen Verkehrsanlagen (UVA)
- Analyse des Sozialverhaltens von Personen in Notfallsituationen
- Analyse der Risiko- und Krisenkommunikation
- Durchführung einer Großübung

## 2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Berliner Feuerwehr übernahm im Projekt hauptsächlich die Rolle eines Praxispartners. Sie konnte hierdurch gewährleisten, dass (viele) Bestandteile der Forschungsarbeit die Bedürfnisse der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr mit einem Fokus auf den Katastrophenschutz (KatS) stark und praxisnah beinhalten. Für die Projektarbeit wurden durch die BFW zusätzliche Beschäftigte befristet angestellt, um die damit verbundenen Aufgaben zu bearbeiten und die Ziele zu erreichen. Die wissenschaftlich-inhaltliche Leitung des Teilvorhabens wurde von einer Führungskraft des höheren feuerwehrtechnischen Dienstes der Berliner Feuerwehr übernommen, was eine enge Verknüpfung mit der Praxis sicherstellte.

Als größte und älteste Berufsfeuerwehr Deutschlands nimmt die Berliner Feuerwehr im nationalen und internationalen Vergleich eine besondere Stellung ein. Sowohl was die täglichen Einsatzlagen als auch das Bedrohungspotenzial für besondere Schadenereignisse im urbanen Raum angeht, lässt sich insgesamt auf einen großen Erfahrungsschatz zurückgreifen. Zudem ist die BFW als Mitglied in verschiedenen nationalen und internationalen Gremien mit den mit der Gefahrenabwehr beauftragten Behörden und Organisationen sehr gut vernetzt. Auch die Mitarbeit in speziellen Fach- und Normungsausschüssen geben stets die Möglichkeit eigene Themen anzubringen und mit einer Vielzahl von Experten und Entscheidungsträgern zu diskutieren. Dies sind entscheidende Grundlagen für eine effektive und erfolgreiche Umsetzung der Aufgabenstellung des Projekts.

Des Weiteren beschäftigte sich die Berliner Feuerwehr seit 2007 in ihren Forschungsarbeiten (u. a. bei SoKNOS, TankNotStrom, INKA, KatLeuchttürme, ENSURE, AlphaKomm) immer wieder mit umfassenden Ansätzen und Lösungsvorschlägen in der Prävention, Folgenabschätzung und Bewertung sowie Konzepterstellung bei großen Schadensereignissen und im Katastrophenfall.

## 3. Planung und Verlauf des Vorhabens

Für die Projektarbeit wurde das Projekt in der Antragsphase in zehn Arbeitspakete (AP) mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Beteiligungen der Projektpartner eingeteilt. Dies ermöglichte eine parallele Bearbeitung der Projektziele. Die AP wurden jeweils in weitere Unterarbeitspakete (UAP) untergliedert. Für jedes Arbeitspaket wurden Ziele festgelegt und ein Projektpartner als Koordinator bestimmt, der für die Gesamtprojektabläufe in diesem Bereich die Verantwortung übernahm. Die Berliner Feuerwehr war federführend für die Arbeitspakete 6 „Sozialverhalten in U-Bahnanlagen in Extremsituationen“ und 9 „Feldversuch in einem U-Bahntunnel“ verantwortlich.

Die Ergebnisse der einzelnen AP werden unter Teil II, Punkt 1 ausführlich dargestellt.

#### 4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Zuständigkeiten, Abläufe und Maßnahmen der Gefahrenabwehr durch die Berliner Feuerwehr werden in diversen Gesetzen, Feuerwehr-Dienstvorschriften und Einsatzunterlagen wie beispielsweise objektbezogenen Plänen und szenarienorientierten Taktikstandards geregelt. Innerhalb der Organisation der Berliner Feuerwehr sind die Einsatz-, Führungs- und Kommunikationsabläufe bekannt, werden ausgebildet, trainiert und regelmäßig im Alltag wie in Großschadenslagen als Grundlage des Handelns genutzt.

An den Schnittstellen zu anderen Organisationen gibt es jedoch immer wieder Reibungspunkte. Insbesondere die Kommunikations- und Kooperationsprozesse mit anderen Akteuren bei der Bewältigung von Großschadenslagen bis hin zu Katastrophen stellen die Berliner Feuerwehr häufig vor Herausforderungen. Die mangelnde Routine aufgrund selten auftretender Ereignisse der entsprechenden Größenordnung trägt zur Unsicherheit in den notwendigen Abläufen bei.

Die interdisziplinäre Kommunikation mittels verschiedener technischer Hilfsmittel in einer komplexen akuten Gefahrenlage ist eine große Herausforderung für alle Einsatzkräfte. Dem Informationsmanagement (zielgerichtete Gewinnung, Verarbeitung, Weitergabe) kommt in diesem Zusammenhang, auch vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung, eine besondere Bedeutung zu.

Es existieren zwar formelle Zuständigkeiten für Entscheidungen im Krisenfall, in der praktischen Umsetzung, wenn im Findungsprozess die Perspektiven und Prognosen unterschiedlicher Organisationen mit unterschiedlichen Aufgaben und unterschiedlicher technischer Ausstattung zusammenkommen und aufeinander abgestimmt werden müssen, kommt es jedoch häufig zu fehlgeleiteter Kommunikation unter den Beteiligten. Die unterschiedlichen Voraussetzungen, von denen die Vertreter dieser Organisationen ausgehen, führen in der Praxis immer wieder zu Missverständnissen und Fehleinschätzungen. Dies ist u. a. darin begründet, dass es aufgrund unterschiedlicher Organisations- und Kommunikationskulturen, Wissensstände, Stabsstrukturen und Fachsprachen zu einer asymmetrischen Informationsbewertung kommt. Wissen darüber, wann welche Informationsbedarfe in den einzelnen Organisationen erforderlich sind, ist nur sehr begrenzt vorhanden. Gemeinsame interdisziplinär besetzte Übungen verschiedener Organisationen finden selten statt.

#### 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Berliner Feuerwehr arbeitete im Projekt mit allen Partnern zusammen, insbesondere mit den deutschen Partnern Fraunhofer EMI, ITC und dem BIGS. Über alle Arbeitspakete hinweg wurden regelmäßig Telefonkonferenzen sowie themen- und anlassbezogene Treffen mit involvierten Projektpartnern durchgeführt.



Die Berliner Feuerwehr war bei allen regulären Projekttreffen in Deutschland und Indien vertreten und hat selbst drei dieser Treffen in Berlin organisiert und ausgerichtet. Diese persönlichen Treffen wurden jeweils intensiv dafür genutzt, sich insbesondere auch mit indischen Projektpartnern bzw. Vertretern des Karnataka state fire and Emergency Services Department auszutauschen.

Insbesondere im Zuge der Planung und Organisation der großen Abschlussübung (dazu siehe AP 9) war die BFW auf die enge Zusammenarbeit mit allen beteiligten Partnern sowie dem Unterauftragnehmer AKFS angewiesen.

Im Rahmen dieser, als auch von zwei weiteren Übungen (dazu siehe AP 6) war darüber hinaus auch eine enge Zusammenarbeit mit projekt-externen Stellen und Organisationen, wie der Polizei Berlin, der DLRG oder dem Deutschen Roten Kreuz notwendig. Hervorzuheben ist an dieser Stelle auch die gute und kooperative Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn (DB) sowie den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG), mit denen die Berliner Feuerwehr eigens im Rahmen des Projektes Kooperationsvereinbarungen geschlossen hat. Dies ermöglichte letztlich auch die Durchführung der Messkampagnen unter Federführung des EMI (dazu siehe AP 4).

In verschiedenen Workshops wurde außerdem eng mit Beschäftigten der Berliner Feuerwehr sowie Vertretern anderer deutscher Berufsfeuerwehren zusammengearbeitet.

## II. Eingehende Darstellung

### 1. Erzielte Ergebnisse im Einzelnen

In den folgenden Abschnitten werden die erreichten Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete, an denen die Berliner Feuerwehr beteiligt war, beschrieben und erläutert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt die Darstellung aufgegliedert in die jeweiligen Arbeitspakete. Der Schwerpunkt liegt insbesondere auf den Arbeitspaketen 6 und 9, für deren Bearbeitung die Federführung bei der Berliner Feuerwehr lag.

Übersicht über die Arbeitspakete, an denen die BFW beteiligt war:

- AP 1: Bedrohungsanalyse und Szenariodefinition
- AP 2: Anforderungen und Schnittstellendefinition
- AP 3: Verwundbarkeit von U-Bahnanlagen durch extreme mechanische Lasten
- AP 4: Entwicklung des Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatzsystems
- AP 5: Experimentelle Untersuchung des Verhalten von Rettungskräften
- AP 6: Sozialverhalten in U-Bahnanlagen in Extremsituationen
- AP 7: Evaluierung der Ergebnisse der experimentellen Untersuchung
- AP 8: Integration der Prozesse/Technologien/Methoden für einen Feldversuch
- AP 9: Feldversuch in einem U-Bahntunnel
- AP 10: Dokumentation, Dissemination

#### 1.1 AP-Nr. 1 „Bedrohungsanalyse und Szenariodefinition“

Ziel der Berliner Feuerwehr von AP-Nr. 1 „Bedrohungsanalyse und Szenariodefinition“ unter Federführung des Fraunhofer EMI war es, eine umfassende Analyse möglicher Bedrohungen für den Eintritt eines Großschadensereignisses in Berliner U-Bahnanlagen durchzuführen. Dabei wurden sowohl menschliche als auch technische und natürliche Einflussfaktoren berücksichtigt. Die Analyse bildete die Grundlage für die Erarbeitung und Definition konkreter Szenarien, welche im weiteren Projektverlauf als Orientierung für andere Arbeitspakete und die Konzeption eines Demonstrators für ein Sensor-Netzwerk dienten.

Die Berliner Feuerwehr hat im Rahmen ihres internen, nationalen und internationalen Netzwerks Recherchen durchgeführt, um Hinweise auf sowie Informationen über möglichst viele und unterschiedliche Schadenslagen in U-Bahnanlagen zu bekommen.

Dabei wurden zunächst Einsätze der Berliner Feuerwehr in Tunneln und unterirdischen Bahnhöfen und anschließend Ereignisse aus anderen internationalen Städten ermittelt. Beides ist in den nachfolgenden Übersichten zusammengefasst zu sehen.

In Berlin ist es in den vergangenen Jahren an verschiedenen Stellen zu Zwischenfällen in Tunneln und unterirdischen Bahnhöfen / in U-Bahnanlagen des Nahverkehrs gekommen:

Wann	Ereignis
07.07.2000	Das bisher schwerste und bekannteste Ereignis ereignete sich während der Love-Parade im U-Bahnhof „Deutsche Oper“. Nach einem Kurzschluss brach in den letzten beiden Waggons eines Zuges ein Feuer aus, in Folge dessen 30 Fahrgäste Rauchgasvergiftungen erlitten.
06.02.2001	Kurz vor dem U-Bahnhof „Kleistpark“ kam es zu einem Feuer an der Abdeckung eines Speisekabels zur Stromversorgung. Etwa 20 Meter vor dem Bahnhof mussten die Fahrgäste den Zug verlassen.
07.07.2001	Nach einem, durch einen Kurzschluss ausgelösten Schwelbrand, mussten 150 Fahrgäste kurz vor dem U-Bahnhof „Afrikanische Straße“ aus dem Zug ins Freie geleitet werden. Insgesamt 30 Menschen wurden verletzt.
01.11.2001	Qualmende Bremsbeläge verursachen im U-Bahntunnel zwischen den Stationen „Frankfurter Allee“ und „Samariterstraße“ eine starke Rauchentwicklung. Rund 100 Fahrgäste mussten über Notausgänge in Sicherheit gebracht werden. Eine Person wurde mit Verdacht auch Rauchgasvergiftung ins Krankenhaus gebracht.
10.11.2001	Ein defektes Stromrückleitungskabel löste im U-Bahntunnel zwischen den Stationen „Theodor-Heuss-Platz“ und „Neu-Westend“ einen Kabelbrand aus. Vorsorglich wurden beide Bahnhöfe evakuiert; Menschen kamen nicht zu Schaden.
10.08.2004	Im Nord-Süd-Tunnel der S-Bahn brach ein Brand in einem Waggon der S-Bahnlinie 2 aus. Der Zug kam in der unterirdischen Station „Anhalter Bahnhof“ zum Stehen, der Fahrer konnte rund 30 Fahrgäste über einen Notausgang in Sicherheit bringen. Ursache des Brandes war ein technischer Defekt.
28.06.2005	Im U-Bahntunnel am Bahnhof „Hausvogteiplatz“ gerieten Bahnschwellen und Teile einer Holzverschalung in Brand. Beißender Rauch vernebelte die Tunnelröhre. Menschen kamen nicht zu Schaden.
29.01.2011	In einem U-Bahnschacht der Linie 6 geriet Holzverkleidung in Brand. Der U-Bahnbetrieb zwischen „Alt-Mariendorf“ und „Tempelhof“ wurde in beiden Richtungen unterbrochen. Verletzt wurde niemand.
22.07.2011	Im U-Bahnhof „Alexanderplatz“ versetzte eine Rauchentwicklung in einem Schaltschrank die Feuerwehr für kurze Zeit in Alarmbereitschaft. Verletzt wurde niemand.
14./15.01.2012	Binnen eines Wochenendes brannte es zweimal in U-Bahntunneln. In beiden Fällen wurde ein Defekt der Stromzufuhr vermutet. Verletzt wurde niemand. Erst hatte es im Tunnel zwischen den Bahnhöfen „Rathaus Steglitz“ und „Schlossstraße“ dichte Rauchschwaden gegeben, später wurde die Feuerwehr dann zum U-Bahnhof „Möckernbrücke“ in Kreuzberg gerufen.
23.01.2012	Wenige Tage später musste die Feuerwehr erneut anrücken. Hier wurde eine brennende Zigarette als mögliche Ursache für die Rauchentwicklung in der Nähe der Station „Zoologischer Garten“ vermutet.

09.01.2015	Im U-Bahntunnel zwischen den Stationen „Rathaus Steglitz“ und „Schlossstraße“ ist ein Feuer ausgebrochen. In Minutenschnelle entwickelten sich dichte Rauchwolken. Ursache war Funkenflug von einem defekten Stromabnehmer (welcher an der Unterkante der Züge sitzt und während der Fahrt unter der Stromschiene neben den Gleisen entlang gleitet und die Bahnen mit 750 Volt Spannung versorgt). Verletzt wurde niemand. <sup>1</sup>
------------	--

In der nachfolgenden Übersicht sind einige internationale Ereignisse dargestellt:

Wann	Wo	Was	Beschreibung
30.08.2000	Paris	Entgleisung	Ein Triebwagen war in einer Kurve aus den Schienen gesprungen und auf das gegenüberliegende Gleis gekippt.
18.02.2003	Daegu	Brandstiftung	
07.07.2005	London	Terroranschlag	Während des morgendlichen Berufsverkehrs kam es innerhalb kurzer Zeit zu insg. vier Explosionen, ausgelöst durch Bombenträger. Drei Explosionen fanden in fahrenden U-Bahnzügen statt. Rauchbildung, Stromausfall und Brände waren die Folge. Aufgrund der Vorfälle wurden zunächst viele U-Bahnstationen evakuiert und das gesamte Bus- und U-Bahnnetz stillgelegt. Die Gesamtsituation war anfangs zunächst absolut unübersichtlich. Insgesamt kamen 56 Menschen ums Leben.
03.07.2006	Valencia	Entgleisung	Ein mit ca. 150 Fahrgästen besetzter Zug raste mit überhöhter Geschwindigkeit auf die nächste Station zu. In einer Kurve sprangen zwei Waggons aus den Schienen und stürzten um. Anscheinend war der Zug vor der Station schneller als langsamer geworden, was auf das Verhalten des an Epilepsie erkrankten Fahrers zurückzuführen ist. Insg. kamen 41 Menschen ums Leben, 47 wurden verletzt.
29.03.2010	Moskau	Sprengstoffanschlag	Im Abstand von ca. 40 Minuten wurden von Selbstmordattentäterinnen im morgendlichen Berufsverkehr an zwei vers. Metro-Stationen Sprengsätze in voll

<sup>1</sup> Quelle: Berliner Feuerwehr, Direktion West, Einsatzvorbereitung/Verkehrsanlagen

			besetzten Zügen gezündet. Insgesamt kamen 40 Menschen ums Leben und es gab mehrere Dutzend Verletzte.
26.02.2012	Essen	Brand	Nachdem der Zugführer eine Verrauchung im Zug bemerkte, brachte er die Bahn zum Stehen, meldete den Vorfall an die Leitstelle und brachte anschließend alle Fahrgäste in Sicherheit, die sich im Gefahrenbereich aufhielten. Die Essener Feuerwehr rückte mit einem Großaufgebot von ca. 90 Einsatzkräften an. Ca. 20 Minuten nach dem Eintreffen war der Brandherd lokalisiert. Nach weiteren Minuten konnte das Feuer gelöscht werden.
04.06.2013	Moskau	Brand	Wegen eines brennenden Hochspannungskabels brach ein Feuer in einem U-Bahntunnel aus und der Betrieb auf einige Strecken der Moskauer Metro wurde ausgesetzt. Insg. etwa 4500 Fahrgäste mussten in Sicherheit gebracht werden. Verletzt wurden 61 Personen.
12.01.2015	Washington	Brand	Durch eine Stromstörung im Tunnel bildeten sich Funken, dadurch Feuer und Rauch. Zwei Belüftungsapparate arbeiteten in vers. Richtungen, sodass der Rauch nicht entfernt werden konnte. Als Rauch in eine U-Bahn drang, wies der Zugführer die Fahrgäste an, sich auf den Boden zu legen. Einige gerieten in Panik. Es dauerte ca. 1 Std., bis Rettungskräfte eintrafen und evakuieren konnten. Es kam zu Verzögerungen, da unklar war, ob die Elektrizität im Bereich des Gleisbettes ausgeschaltet war. Zudem gab es kein System zur eindeutigen Lokalisierung des Rauchs.

Die Kombination aus lokaler und globaler Betrachtung beispielhafter realer Szenarien diene der Orientierung und Einschätzung möglicher Ereignisse unter Berücksichtigung der Übertragbarkeit auf Berliner Verhältnisse.

Die Einsatzbeispiele zeigen die Vielfältigkeit möglicher Schadensereignisse in U-Bahnanlagen. Vom Brand über einen Anschlag bis hin zu einem technischem Defekt oder menschlichem Versagen.

Aus Sicht der Berliner Feuerwehr bildete die durchgeführte Recherche einen guten Querschnitt durch verschiedene Arten von Ereignissen. Dabei erhebt die Darstellung jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Auf Basis dieser Recherchen und als Grundlage für die weiteren Arbeiten im Verbundprojekt, wurde durch die Berliner Feuerwehr anschließend ein Szenario entwickelt, welches einen möglichen/realistischen Notfall beschreibt. Grundsätzlich kamen hierfür eine Menge verschiedener Vorkommnisse/Ereignisse in Betracht, die eine Großschadenslage im Bereich von U-Bahnen auslösen können. Da jedoch nicht alle diese potentiellen Ereignisse (gleichzeitig) berücksichtigt und detailliert beschrieben werden konnten, sollte ein Schwerpunkt gelegt werden.

Da seit den Anschlägen in Paris im Frühjahr 2015 Ereignisse mit terroristischem Hintergrund verstärkt in den Fokus rückten, wurde sich für diesen Schwerpunkt entschieden.

Wichtig bei der Ausarbeitung des Szenarios war es sodann, darauf zu achten, dass es sich um Ereignisse und Umstände handelt, die sich jederzeit in Berlin ereignen können und nicht durch überzogene Besonderheiten verzerrt wird. So sollte es sich bspw. auch nicht um ein „Worst-Case-Ereignis“ handeln. Ausgehend von diesen Kriterien wurden folgende „Parameter“ für das Szenario festgelegt (die später, insbesondere bei der Planung der Großübung (AP 9), leicht angepasst und verfeinert wurden):

#### *Ereignis*

*An einem Dienstagmorgen gegen 8.00 Uhr kommt es zu einer Explosion einer Bombe in einer Berliner U-Bahn. Die Uhrzeit wurde in Analogie zu realen Anschlägen ausgewählt. Ein Anschlag im morgendlichen Berufsverkehr kann aus Sicht der Berliner Feuerwehr besonders weitreichende Folgen haben, da auf Grund der hohen Auslastungen der U-Bahnzüge besonders viele Menschen betroffen wären. Nicht nur in den Zügen befindet sich eine hohe Anzahl an Personen, sondern auch auf den Bahnsteigen und den Verteilerebenen. Das Wetter außerhalb der U-Bahnanlage ist trocken bei 20 Grad Außentemperatur und Windstille.*

#### *Ablauf*

*In dem Szenario wird folgender Ablauf angenommen. Kurz nachdem die betroffene U-Bahn den Bahnhof verlassen hat, kommt es zu einer Explosion im mittleren Bereich des Zuges. Die genaue Position der Bahn ist zunächst nicht bekannt. Da im Projekt Sense4Metro die Lokalisierung des Schadenortes eine große Rolle spielt, ist es für das Szenario elementar, dass die angenommene Explosion im Tunnel (d.h. nicht im Bereich der Bahnsteige) erfolgt. Nur so kann der Aspekt der Lokalisierung mit in die Untersuchung einbezogen werden. Derzeit wird die Lokalisierung nur auf der Basis von Aussagen Betroffener bzw. der Erkundung der Einsatzkräfte durchgeführt. Dieses kann in der Realität zu Zeitverzögerungen führen.*

*Nach der Explosion kommt der U-Bahn-Verkehr im Tunnel zum Erliegen. Auf Grund der Explosionswirkung ist mit schweren Beschädigungen am Tunnelbauwerk zu rechnen. Da*

*auch Leitungen von diesen Beschädigungen betroffen sind, ist ein Stromausfall die Folge. Es ist davon auszugehen, dass verletzte Personen auf Grund der Dunkelheit im Tunnel umherirren.*

#### *Besondere Herausforderungen*

*Es fliehen ebenfalls Menschen von den benachbarten Bahnhöfen ins Freie. In Folge des Ereignisses kommt es bei der Berliner Feuerwehr zu einer starken Zunahme an Notrufen. Widersprüchliche Aussagen verschiedener Anrufer (z. T. aus unterschiedlichen Bahnhöfen mit verschiedenen Wahrnehmungen) erschweren die korrekte Einschätzung des Lagebildes bereits vor dem Eintreffen der Feuerwehr.*

*Auf Grund des Einsatzortes im Tunnel ist außerdem nicht klar, welche Gefahren die Einsatzkräfte erwarten und wie viele Personen verletzt sind.*

*Ein weiterer erschwerender Faktor ist, dass nicht festgestellt werden kann, ob sich weitere Terroristen an der Einsatzstelle befinden. Besonders die Problematik von Zweit- oder Folgeanschlägen, aber auch eine hohe psychische Belastungen durch Unsicherheit bei den Betroffenen erschweren die Situation.*

#### *Weitere Auswirkungen*

*Die beschriebenen Folgen eines terroristischen Anschlages sollen verdeutlichen, dass ein solches Ereignis erhebliche Auswirkungen auf die Berliner Feuerwehr haben wird. Es ist davon auszugehen, dass auf Grund der großen Anzahl an Betroffenen immense Einschränkungen im Nahverkehrsnetz der Stadt Berlin entstehen. Außerdem wird der Einsatz die Feuerwehr lange Zeit auslasten. Es ist ebenfalls davon auszugehen, dass die örtlichen Kliniken an die Grenze ihrer Kapazität in Bezug auf Behandlungsplätze stoßen.*

## 1.2 AP-Nr. 2 „Anforderungen und Schnittstellendefinition“

Im Rahmen des AP-Nr. 2 „Anforderungen und Schnittstellendefinition“ unter Federführung des Fraunhofer EMI wurden durch die Berliner Feuerwehr die technischen und nicht-technischen Anforderungen an ein Sensor-Netzwerk sowie die erforderlichen Schnittstellen zu vorhandenen Systemen aus Sicht der für die Gefahrenabwehr zuständigen Behörden und Organisationen ermittelt.

Die Berliner Feuerwehr hat im Rahmen dessen die für die operative Gefahrenabwehr notwendigen Aspekte analysiert und entsprechende Anforderungen an das Netzwerk benannt.

Insbesondere die Optimierung des Lagebildes und damit die Schaffung von verbesserten Bedingungen für die Menschenrettung ist aus Sicht der Feuerwehr ein zentraler Faktor für die Festlegung dieser Anforderungen. Je präziser und schneller die Informationen zum Schadensereignis verfügbar sind, desto effektiver können entsprechende Rettungsmittel eingesetzt werden. Die Bearbeitung des AP 2 hat sich daher an folgender Fragestellung orientiert:

*Welches Informationsdargebot zu einem Notfall (Schadensereignis) in unterirdischen Verkehrsanlage ist aus Sicht des operativen Einsatzdiensts der Berliner Feuerwehr wünschenswert?*

## Ansatz

Grundlage jedweder einsatztaktischer oder operativer Entscheidung bilden sämtliche Informationen zu einem Schadenereignis aus denen sich ein (Gesamt-)Lagebild ergibt. Dabei werden die Informationen zu einem Schadenereignis je nach Perspektive (z. B. aus Sicht eines Leitstellendisponenten, aus Sicht eines Einsatzabschnitts oder aus Sicht der taktischen Einsatzleitung) gefiltert, um aus diesen, entsprechend dem Regelkreis nach Feuerwehr-Dienstvorschrift (FwDV) 100, Maßnahmen abzuleiten.

Bislang erfolgt die Meldung zu einem Schadenereignis in unterirdischen Verkehrsanlagen fast ausschließlich fernmündlich. Die Qualität des sich daraus ergebenden Lagebildes ist im hohen Maße von den subjektiven Wahrnehmungen des Meldenden sowie von dessen eingeschränktem Horizont/Überblick zum Ereignis abhängig. Auf Grund solcher nicht verifizierter Lagebilder werden teilweise große Kontingente von Rettungskräften und Rettungsmitteln, zum Teil unnötig und nicht zielführend, gebunden.

## Sensorbasiertes Meldesystem

Ein sensorbasiertes Meldesystem, ähnlich dem einer Brandmeldeanlage, sollte Informationen über akute Gefahren in Folge von Bränden, Explosionen, Austritt gefährlicher Stoffe und oder Atemgifte, Wassereintritt und Stromausfall liefern. In Kombination mit einer angemessenen Sensor-Dichte einer solchen Anlage, könnten die Gefahren ohne signifikanten Zeitverlust erkannt und gemeldet werden. Weiterhin sollte sich auf dieser Basis auch der Schadensort in Bezug auf den oder die ausgelösten Melder relativ genau bestimmen lassen. So wird also klar, welche Bereiche (z. B. Bahnhof, Bahnsteig, Gleis usw.) in welcher Ausdehnung (z. B. Brand auf Gleis 1 im Bahnhof A (hohe Temperaturen + starke Rauchentwicklung), Atemgifte und leichte Rauchentwicklung auf benachbartem Bahnsteig) betroffen und v. a. aber auch welche Bereiche nicht betroffen sind (z. B. angrenzende Ein- und Ausgänge oder Rettungswege).

## Anforderungen

Je präziser und zuverlässiger die Informationen zum Meldezeitpunkt über das „Wo“, „Was“ und die „Dimension“ / das „Ausmaß“ eines Schadenereignisses sind, umso effizienter können die zur Verfügung stehenden Rettungsmittel disponiert und taktisch effektiver eingesetzt werden. Hierfür sollte das sensorbasierte Meldesystem, ggf. in Kombination mit einer Videoüberwachung, Informationen zu folgenden Aspekten bereitstellen:

### Art des Schadensereignisses:

- Brand
- Explosion (militärischer Terroranschlag)
- Wassereintritt
- Austreten gefährlicher Stoffe (z. B.: Atemgifte)



- Brandgase
- verbleibender Sauerstoffgehalt
- CO oder CO<sub>2</sub>
- Explosion gefährlicher Gase
- brennbare Flüssigkeiten
- Einsturz von Bauteilen (z. B.: in Folge von konstruktiven Bauteilversagen)
- Stromausfall
- Verkehrsunfall (z. B.: Verunfallter Zug)
- Massenanfall von verletzten Personen
- Wie viele sind betroffen / Wie viele nicht?
- Anzahl eingeschlossener Personen

#### Lage des Schadereignisses, z. B.:

- auf dem Bahnhof (welcher Bahnhof)?
  - welche Ebene
  - welcher Bahnsteig
    - Anfang, Mitte, Ende
  - Zu- oder Abgang zum Bahnhof
- im Zug
  - wo befindet sich der Zug?
  - wo ist Ereignis im Zug?
- im Gleisbett
  - welches Gleis
    - genaue Stationierung
    - Entfernung zu den nächsten Bahnhöfen
    - Entfernung zu den nächsten Notausgängen bzw. Angriffswegen

#### Dimension und Verlauf des Schadereignisses, z. B.:

- Wieviel Menschen befinden sich am Ereignisort (im Zug, auf dem Bahnhof)
- Wieviel Menschen befinden sich an benachbarten Bereichen (in nahen Zügen, auf den benachbarten Bahnhöfen)
- Anzahl flüchtender Menschen oder Gruppen von Menschen (mit Richtungsangaben)
- Ausbreitung von Feuer (mit Temperaturangaben)
- Ausbreitung von Atemgifte
- Ausbreitung von Wasser
- etc.
- Räumliche Ausdehnung (Richtung)
- Geschwindigkeit der der Ausbreitung
- Intensität der Ausbreitung

#### Informationen zu benachbarte Bereichen:

- Betroffenheit benachbarter Bereiche wie Nachbarbahnhöfe, Nachbargleise, Tunnel
  - Anzahl der dort befindlichen Menschen
  - Auslastung von Rettungswegen

Weitere allgemeine Fragen aus Sicht des Einsatzdienstes zu einem Schadereignis in unterirdischen Verkehrsanlagen:

- Zugverkehr eingestellt?
- Stromabschaltung?
- Artfremde Tätigkeiten in der Nähe (z. B.: Bauarbeiten)?
- Funktionseinschränkungen automatischer Hilfeanlagen (z. B. der Brandfallsteuerung)?

Das letztlich entwickelte Sicherheitsmanagementsystem wird entsprechend der Federführung in den Ergebnissen des EMI detailliert präsentiert.

Zu den in AP-Nr. 1 ermittelten Szenarien hat die BFW die eigenen Informationsbedarfe in Bezug auf andere relevante Akteure identifiziert und in die Diskussion eingebracht. Gemeinsam wurden praxistaugliche Möglichkeiten, Verfahren und Lösungen diskutiert, um Informationen und Daten für ein umfangreiches Lagebild zu erhalten.

### 1.3 AP-Nr. 3 „Verwundbarkeit von U-Bahnanlagen durch extreme mechanische Lasten“

Übergeordnetes Ziel von AP-Nr. 3 „Verwundbarkeit von U-Bahnanlagen durch extreme mechanische Lasten“ unter Federführung des IISc war es, gemeinsam mit den anderen an diesem AP beteiligten Projektpartnern Lösungen zur Reduzierung der Verwundbarkeit (von U-Bahnanlagen) zu finden bzw. zu erarbeiten.

Bei der Bearbeitung des UAP 3.4 lag für die Berliner Feuerwehr der Schwerpunkt auf den für den Einsatz von Rettungskräften relevanten Aspekten bzw. dem Schutz von Einsatzkräften während des gesamten Einsatzablaufs. Entsprechend war das Ziel, eine Analyse von Auswirkungen auf den Einsatz von Rettungskräften innerhalb eines Gefahrenbereiches in U-Bahnanlagen durchzuführen.

#### Vorgehensweise

Um den Schutz der Einsatzkräfte erhöhen zu können, muss zunächst ermittelt werden, welchen Gefahren die Einsatzkräfte ausgesetzt sind. Aus diesem Grund erfolgte die Untersuchung im Rahmen des UAP in zwei Schritten: Zunächst wurden alle möglichen Gefahren betrachtet und Analogien zu realen Anschlägen gezogen. Im zweiten Schritt wurde auf Basis der Erkenntnisse der Projektpartner eine Einschätzung zu möglichen Schutzmaßnahmen getroffen. Diese Ergebnisse lagen der Berliner Feuerwehr erst im Verlauf des Projektes vor und wurden später ergänzt. Grundlage für den Vergleich zu realen Daten bildet die von der Berliner Feuerwehr erstellte Übersicht

zu Anschlägen, Bränden und sonstigen Schadenereignissen in U-Bahnen von 2015. Der Fokus lag auf internationalen Vergleichen (dazu siehe AP 6).

Die Feuerwehren besitzen verschiedene Möglichkeiten, um Gefahren für Einsatzkräfte einschätzen zu können. Neben Hilfsmitteln wie Checklisten oder Einsatzplänen für spezielle Fälle, wird üblicherweise auf die sogenannte Gefahrenmatrix zurückgegriffen. Bei dieser Matrix handelt es sich um ein Merkschema, d. h. die Darstellung ist stark vereinfacht. Die Gefahrenmatrix ist in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

### Gefahrenmatrix

Der Gefahrenmatrix wird die sogenannte „4A-1C-4E-Regel“ zu Grunde gelegt. Die Buchstaben stehen dabei jeweils stellvertretend für eine potentielle Gefahr:

A = Atemgifte

A = Angstreaktion / Panik

A = Ausbreitung

A = Atomare Gefahren / ionisierende Strahlung

C = Chemische Gefahren

E = Erkrankung / Verletzung

E = Explosion

E = Elektrizität

E = Einsturz

Diese Gefahren können sowohl Menschen, Tiere, Umwelt und Sachwerte, als auch die Einsatzkräfte und die Einsatzmittel der Feuerwehr betreffen.

Gefahr für	Atemgifte	Angst/Panik	Ausbreitung	Atomare Gefahren	Chem. Gefahren	Erkrankung	Explosion	Elektrizität	Einsturz
Menschen	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Tiere	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Umwelt	Grün	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot	Grün	Rot	Rot
Sachwerte	Rot	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot	Grün	Grün	Grün
Mannschaft	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Geräte	Rot	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot	Grün	Grün	Grün

Abbildung 1: Gefahrenmatrix (Eigene Darstellung in Anlehnung an Schläfer 1990<sup>2</sup>)

Die Matrix verdeutlicht die jeweilige Wirkung der Gefahren. Beispiel: Atemgifte gefährden Personen. Aus diesem Grund wird die Gefahr grün markiert. Nicht relevante Gefahren sind in der Tabelle in rot hinterlegt. Für die Untersuchungen im Rahmen des Projektes sind insbesondere die Gefahren für die Mannschaft, also die Einsatzkräfte, von Bedeutung. Diese werden nachfolgend näher beschrieben.

<sup>2</sup> Schläfer, Heinrich (1990): Das Taktikschema.

## Relevante Gefahren

Feuerwehreinsätze laufen im Allgemeinen sehr individuell ab. Aus diesem Grund treten nicht alle Gefahren in jedem Einsatz gleichermaßen auf. Um eine Einschätzung treffen zu können, muss die jeweilige Situation betrachtet werden. Im Rahmen des Projektes wurde daher von der Berliner Feuerwehr im AP 1 ein Szenario definiert:

*„An einem Dienstagmorgen gegen 8.00 Uhr kommt es zu einer Explosion einer Bombe in einer Berliner U-Bahn. In dem Szenario wird folgender Ablauf angenommen. Kurz nachdem die betroffene U-Bahn den Bahnhof verlassen hat, kommt es zu einer Explosion im mittleren Bereich des Zuges. Die genaue Position der Bahn ist zunächst nicht bekannt.“*

Wichtig ist, dass, wie bereits erwähnt, der Fokus auf den Gefahren für die Einsatzkräfte („Mannschaft“) liegt. Ausgehend von dem beschriebenen Szenario können aus Sicht der Berliner Feuerwehr folgende Gefahren als besonders relevant angesehen werden:

### Atemgifte

Bei einer Explosion im Tunnel ist davon auszugehen, dass es im Anschluss zu Bränden und damit zur Freisetzung von Brandfolgeprodukten (z. B. Rauch<sup>3</sup>) kommt. Diese können unmittelbar auf die Einsatzkräfte einwirken.

### Ausbreitung (Vergrößerung des Schadenereignisses)

Eine Ausbreitung kann ggf. auf angrenzende Bereiche erfolgen, die ursprünglich nicht von dem eigentlichen Schadenereignis betroffen waren (angrenzende Tunnelröhren etc.). Im konkreten Szenario wird die Ausbreitung vermutlich in Form der Verrauchung auftreten. Dieses stellt dann eine Gefahr für die Einsatzkräfte dar, wenn eine Ausbreitung unvorhergesehen passiert. Ähnliche Beobachtungen wurden beim Feuer im U-Bahnhof „Deutsche Oper“ (2000) gemacht, als eine Behandlungsstelle in einem benachbarten U-Bahnhof plötzlich aus dem Tunnel heraus verqualmte.<sup>4</sup>

### Erkrankung/Verletzung

Eine große Gefahr für die Einsatzkräfte aus Sicht der Berliner Feuerwehr ist die „Erkrankung/Verletzung“. Gerade im Tunnelbereich kann es durch die Gleisanlagen zu schweren Verletzungen kommen. Insbesondere wenn in Folge des Ereignisses der Strom ausfällt<sup>5</sup>, können Gefahrenstellen durch Dunkelheit u. U. nicht mehr frühzeitig wahrgenommen werden. Durch die Schienen und Schwellen besteht für Einsatzkräfte während des Vorgehens erhöhte Stolper- und Quetschgefahr, insbesondere die Bereiche von Weichen stellen ein erhöhtes Risiko dar.

---

<sup>3</sup> Z.B. Washington 2015

<sup>4</sup> Vgl. Kircher, Frieder (2000) Feuer im U-Bahnhof Deutsche Oper. In: BrandSchutz 9/2000.

<sup>5</sup> Z.B. London 2005

## Explosion

Da es sich bei dem zugrundeliegenden Szenario um einen terroristischen Anschlag handelt, müssen in diesem Zusammenhang auch die Gefahren einer Explosion mit betrachtet werden. Bei den Anschlägen in Moskau (2010) wurden beispielsweise Sprengsätze eingesetzt. Diese wurden im konkreten Fall durch Selbstmordattentäter zur Explosion gebracht. Es ist aus Sicht der Berliner Feuerwehr nicht auszuschließen, dass ein solcher Sprengsatz verzögert explodiert, oder bewusst verspätet gezündet wird. Daher ist bei Einsätzen mit einem möglichen terroristischen Hintergrund besondere Vorsicht geboten.

## Elektrizität

U-Bahnen und S-Bahnen werden in der Regel mit elektrischem Strom betrieben. Gefahren können daher im Falle eines Einsatzes in Tunnelanlagen durch Oberleitungen, Kabel, oder sonstige stromführende Teile entstehen. Bei Einsätzen in der Vergangenheit sind immer wieder Probleme durch Elektrizität beobachtet worden.<sup>6</sup> Rettungskräfte konnten betroffene Züge nicht erreichen, da der Strom nicht automatisch abgestellt worden ist. Im Zweifelsfall müssen Rettungskräfte auf das Vorgehen solange verzichten, bis feststeht, dass der Strom im betroffenen Bereich abgestellt ist. Ausreichend große Sicherheitsabstände sind besonders bei Löscharbeiten einzuhalten. Weitere Gefahren können zum Beispiel durch Funkenflug<sup>7</sup> oder in Brand geratene Elektroinstallationen<sup>8</sup> ausgelöst werden.

## Einsturz

Eine Explosion im Bereich der U-Bahn wird große Druckeinwirkungen auf den Tunnel auslösen. Daher ist davon auszugehen, dass das Tragwerk in Mitleidenschaft gezogen wird. Aus diesem Grund können Einstürze oder Teileinstürze des Tunnels nicht ausgeschlossen werden. Außerdem können Einsatzkräfte durch herabstürzende Trümmerteile gefährdet werden.

## Zusammenfassung

Im Rahmen der Analyse wurden potentielle Gefahren für Einsatzkräfte aufgezeigt. Die Darstellung hat verdeutlicht, dass ein Einsatz im Bereich von U-Bahnanlagen viele Herausforderungen mit sich bringt. Die ermittelten Ursachen sind hierbei jedoch keinesfalls vollständig. Auf Grund der hohen Individualität von möglichen Einsätzen können Gefahren nie komplett vorausgesehen werden.

## Untersuchung mechanischer Lasten auf die Umgebung des U-Bahnwaggon

Die Forschungspartner haben sich im mit der Untersuchung mechanischer Lasten auf a) die Umgebung (d. h. Tunnelröhren, Gestein) (Forschungspartner in Indien) und b) U-Bahnwaggon (Universität der Bundeswehr) konzentriert.

---

<sup>6</sup> Z.B. Washington 2015

<sup>7</sup> Z.B. Berlin 2015

<sup>8</sup> Z.B. Moskau 2013

Die Bodenbeschaffenheit des Berliner Untergrunds unterscheidet sich jedoch deutlich von dem der fiktiven Testumgebung in Indien. Während die Böden in den unteren Schichten auf Höhe des U-Bahnsystems in Indien aus Festgestein (Gneiß) bestehen und die Simulation daher mit diesem Gestein durchgeführt wurde, findet sich in Berlin eine Tiefenschicht aus Lockersedimenten, siehe Abbildung:

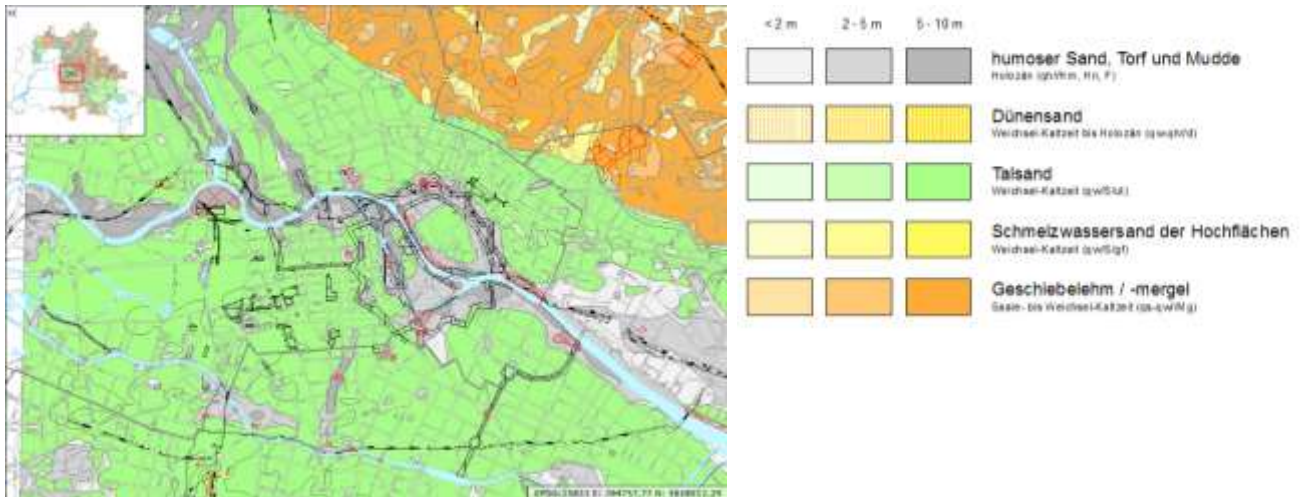


Abbildung 2: Bodenbeschaffenheit Berlin (Ausschnitt) – Schichtbezeichnung und Mächtigkeit der oberen Schicht (Quelle: fibroker Stadt Berlin)

Durch die andere Beschaffenheit ist die Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse bzgl. der Auswirkung mechanischer Lasten auf die Umgebung eingeschränkt. Auch die Tunnelkonstruktion des Berliner U-Bahnsystems unterscheidet sich von dem der U-Bahn Bangalore und Delhi, die beide betrachtet wurden. Während es sich bei diesen Tunnelkonstruktionen um Betonröhren handelt, wurde das Berliner U-Bahnsystem größtenteils in der „Berliner Bauart“ errichtet, sodass die Tunnel eine Konstruktion aus Stahl, Beton, Stahlbeton und kein rundes Bauwerk sind. Aus diesem Grund wäre es interessant, die Auswirkung mechanischer Lasten zusätzlich anhand der Berliner Gegebenheiten zu simulieren.

Anhand der Versuche der Universität der Bundeswehr (siehe Abschlussbericht der UniBW) wurde deutlich, dass die Zahl der verletzten/getöteten Personen bei einem Anschlag (wie dem gewählten Szenario) abhängig vom Zugtyp ist. Hierbei beeinflussen Trennwände aus Glas die Durchschlagskraft der Explosion.

Im Berliner U-Bahnverkehr sind unterschiedliche U-Bahntypen eingesetzt, alle weisen allerdings Trennwände aus Glas auf, welche die Waggons in Sektionen unterteilen. Allerdings unterscheiden sich die Abstände zwischen den Wänden (sowohl horizontal als auch vertikal).

Einschätzung zu möglichen Schutzmaßnahmen

Nachdem Gefahren, denen die Einsatzkräfte im gewählten Szenario ausgesetzt sind, beschrieben und dabei (teilweise) Analogien zu bekannten Schadenslagen in UVA gezogen wurden, erfolgte in einem zweiten Schritt (auf Basis der Erkenntnisse der Projektpartner zu den UAP 3.1, 3.2 und 3.3) eine Einschätzung zu möglichen Schutzmaßnahmen für die Rettungskräfte während des Einsatzes.

Für den Einsatz „Brandbekämpfung in U- und S-Bahn“ gibt es seitens der Berliner Feuerwehr bereits eine Geschäftsanweisung, die das einsatztaktische Vorgehen bei der Brandbekämpfung in ebendiesen regelt. Der Geschäftsanweisung liegen drei Szenarien zu Grunde:

1. Brand im Bahnhof
2. Brand eines Zuges im Bahnhof
3. Brand eines Zuges zwischen zwei Bahnhöfen

Die der Feuerwehr gegenüber regelmäßig geäußerte Theorie, dass im Falle des Brandes im Tunnelbereich der Zug noch in den nächsten Bahnhof einfahren wird, konnte durch mehrere Realereignisse widerlegt werden, so dass für die Einsatzplanungen als komplexeste Schadenslage der Brand eines Zuges im Tunnelbereich zwischen zwei Bahnhöfen angenommen wird.

Insbesondere der Einsatz von Kräften im Tunnel unterliegt bei einem Brand einer besonderen Gefährdung. Rauch und Wärme können schlecht abgeführt werden und sorgen so einerseits für eine erhöhte Arbeitsbelastung, andererseits auch für ein stark eingeschränktes Wahrnehmungsvermögen, teilweise bis hin zu völliger Nullsicht. Mögliche Gefahren durch Elektrizität oder beschädigte Bausubstanz (Einsturz) kann vermutlich nicht durch die Sinne der vorgehenden Einsatzkräfte wahrgenommen werden. Eine Stromlosschaltung und Erdung ist vor der Einleitung von Maßnahmen zur Brandbekämpfung und Menschenrettung somit unerlässlich. Auf mögliche Einsturzgefahren kann lediglich aufgrund der Schadenslage und Ursache (soweit bekannt) geschlossen werden.

#### 1.4 AP-Nr. 4 „Entwicklung des Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatz-systems“

Ziel der Berliner Feuerwehr im Rahmen des AP 4, welches unter der Federführung von ITC durchgeführt wurde, war es, in einem Langzeitfeldversuch die Tauglichkeit des Demonstrators in Bezug auf die Kompatibilität mit vorhandenen Systemen der Gefahrenabwehr sowie die Praktikabilität und den Nutzen in der Rolle des Anwenders zu testen. Dabei stand für die Berliner Feuerwehr im Mittelpunkt, welchen Mehrwert ein entsprechendes System für den Einsatzverlauf und eine im Ergebnis erfolgreiche Gefahrenabwehr hat.

Im Rahmen eines Langzeitfeldversuchs hat die Berliner Feuerwehr im UAP 4.6 die Testergebnisse der jeweiligen Ausbaustufen des Demonstrators aus Sicht der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr untersucht und bewerten bzw. Anregungen zur Weiterentwicklung und Anpassung gegeben. Durch die jeweiligen Bewertungen sollte so auf weitere Spezifikationen und jeweiligen Ausbaustufen des Demonstrators Einfluss genommen werden. Im Fokus stand dabei die Nutzung eines Sensor-Netzwerks unter den derzeit vorhandenen Bedingungen und gültigen Einsatzkonzepten. Der Langzeitfeldversuch diente aber auch dazu, mögliche Optimierungsansätze zu erkennen und im Verlauf des weiteren Netzwerk-Ausbaus in enger Abstimmung mit den bei der Berliner Feuerwehr für die Einsatzmaßnahmen zuständigen Organisationsbereichen in die Planungen einzubeziehen.

Das Hauptziel der Versuche war es, eine Charakterisierung von U-Bahn-Tunneln anhand der vorhandenen Umgebungsenergie während des aktiven Betriebs vorzunehmen. Die zwei zu

untersuchenden Quellen waren die Schienenvibration und der Luftzug. Die Schienenvibrationen wurden durch den Verlauf der Anregung von Zugvorbeifahrten durch die Messgrößen ‚Beschleunigung‘ und ‚Frequenz‘ charakterisiert. Der Luftzug durch die ‚Windgeschwindigkeit‘.

Um die Ergebnisse besser einordnen zu können, waren einzelne Vorbeifahrten und Umgebungsmessgrößen als sekundäre Messungen wichtig, wie z. B. Zuggeschwindigkeit, -masse und -länge, Dauer und Häufigkeit der Vorbeifahrten sowie Temperatur-, Luftdruck- und Luftfeuchtigkeitsverlauf.

Eine detaillierte Beschreibung des Sensor-Netzwerks und der Ergebnisse der Messreihe ist im Abschlussbericht des EMI zu finden.

#### Aufbau und Anbringung der Messtechnik

Die Beschleunigungssensoren mussten direkt auf den Schiene und den Schwellen angebracht werden. Dafür war die Verwendung eines 2-Komponenten Klebers nötig.

Die Windgeschwindigkeitssensoren wurden mit einem Stativ zwischen der Wand und dem Zug platziert. Dies sollte möglichst nah am Zug, außerhalb des Sicherheitsabstands, sein.

Um die Technik zu betreiben, war ein 230-V Stromanschluss notwendig.

Der Aufbau sollte entweder außerhalb der Betriebszeit oder mithilfe eines Sicherheitsdienstes zwischen Vorbeifahrten stattfinden.

#### Auswahl der Standorte für Datenerfassung

Um möglichst gute Voraussetzungen für die Messungen zu haben, wurden Streckenabschnitte bevorzugt, die folgende Kriterien aufweisen:

- Gerade Strecke, möglichst weit entfernt von der Station (Hochgeschwindigkeit)
- Kurvige Strecke, möglichst weit entfernt von der Station (Kurve)
- Strecken kurz vor der Station (Abbremsen)
- Strecken kurz nach der Station (Beschleunigen)

#### Messkampagne mit der Deutschen Bahn / S-Bahn Berlin

Um den bzw. die Langzeitfeldversuche überhaupt durchführen zu können, war es natürlich zunächst Grundvoraussetzung, geeignete Streckenabschnitte zu finden bzw. nutzen zu können. Dies zu ermöglichen, war Aufgabe der BFW.

Über entsprechende Infrastruktur verfügen in Berlin in erster Linie die Deutsche Bahn sowie die Berliner Verkehrsbetriebe.

Im Jahr 2017 fand in Zusammenarbeit mit der BFW als Organisator eine erste Messreihe durch das EMI „Nord-Süd-Tunnel“ der Berliner S-Bahn statt.



Die Abstimmung zwischen der Deutschen Bahn AG, deren Dienstleister und den Verbundpartnern erfolgte über die BFW. Die Testreihe konnte, nach einem durch die BFW durchgeführten Vergabeverfahrens zur Vergabe aller notwendigen Sicherheitsdienstleistungen, erfolgreich durchgeführt werden.

Kooperationsvereinbarung und Messkampagne mit den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG)

Um die zweite Messkampagne durchführen zu können, sollte zunächst ein Unterauftrag an die BVG vergeben werden. Dies stellte sich jedoch als ein schwieriger Prozess heraus, der letztlich darin mündete einen, eigens für die Zusammenarbeit im Rahmen des Projektes SenSE4Metro erstellten, Kooperationsvertrag zu erarbeiten bzw. zu schließen.

Dies war Voraussetzung dafür, dass im Jahr 2018 die zweite Messkampagne unter den o. g. Voraussetzungen durchgeführt werden konnte.

In mehreren gemeinsamen Abstimmungsgesprächen zwischen BVG, EMI und der BFW, wurde der „Bahnhof Jungfernheide“ als geeigneter Ort ausgewählt.

Bevor mit der Anbringung der Sensoren durch das EMI begonnen werden konnte, musste auch hier vorab durch die BFW ein Vergabeverfahren durchgeführt werden, um die notwendigen Sicherheitsdienstleistungen während aller Arbeiten im U-Bahntunnel zu gewährleisten.

Durch den geschlossenen Kooperationsvertrag wurde es möglich, dass die BFW durch die BVG Kartenmaterial zur Verfügung gestellt bekommen hat, welches sie an ITC weiter geben konnte. Dadurch wurde eine exaktere Anpassung der Software an die realen Gegebenheiten ermöglicht.

## 1.5 AP-Nr. 5 „Experimentelle Untersuchung des Verhaltens von Rettungskräften“

Das AP-Nr. 5 „Experimentelle Untersuchung des Verhalten von Rettungskräften“ unter Federführung des BIGS, war ursprünglich dafür gedacht, eine „Interaktive und interkulturelle Trainingsplattform für Rettungskräfte“ (alter AP-Titel) zu entwickeln. Nachdem dem dafür vorgesehenen federführenden indische Projektpartner die Beteiligung am Projekt letztlich nicht möglich war, musste das AP umstrukturiert werden.

Abweichend von der ursprünglichen Planung wurde vereinbart, ergänzend zu den bestehenden Inhalten der TVB der BFW, das BIGS bei der Durchführung von Verhaltensexperimenten zu unterstützen.

Durch das BIGS wurden verschiedene labor-basierte Experimente entwickelt, mit denen auf individueller Ebene Daten erhoben werden können. Der Untersuchungsgegenstand war für Feuerwehrleute besonders wichtige Eigenschaften wie Altruismus, Kooperation, Koordination und Vertrauen.

## Forschungsdesign

An den Experimenten haben Berufsfeuerwehrleute, ehrenamtliche bzw. freiwillige Feuerwehrleute und Zivilisten teilgenommen. Ziel war es durch „behavioural games“ gruppenspezifische strukturelle Verhaltensunterschiede zu untersuchen.

Die Experimente wurden sowohl in Deutschland als auch in Indien durchgeführt. Dadurch sollte die Untersuchung länderübergreifender Verhaltensweisen ermöglicht werden.

Bei der Durchführung der Experimente wurden Einzelpersonen aufgefordert, unter Laborbedingungen inzentivierte „Spiele“ mit Papier und Stift zu spielen. Dazu wurden den Probanden bestimmte Szenarien und ein Geldbetrag zur Verfügung gestellt. Anhand der getroffenen Entscheidungen bzw. des gezeigten Verhaltens konnten die Teilnehmer Geld erspielen, das ihnen zum Schluss anonym ausgezahlt wurde. Da der Einzelne so von seinen Entscheidungen materiell profitieren konnte, wurde angenommen, dass sein in den Spielen gezeigtes Verhalten wahre Vorlieben und Verhaltensweisen widerspiegelt. Außerdem wurde angenommen, dass mögliche Unterschiede beim Verhalten über einen gesamten kulturellen oder geografischen Raum hinweg, auf kulturelle Unterschiede zurückzuführen sind.

Die aus verschiedenen Spielen bestehenden Experimente wurden anonym durchgeführt. Es handelte sich dabei um das „Diktatorspiel“ zur Überprüfung von Altruismus, dem „Hirschjagdspiel“ zur Überprüfung von Koordinationsbereitschaft und dem „Öffentliche-Güter-Spiel“ zur Überprüfung der Kooperationsbereitschaft. Darüber hinaus musste ein Fragebogen zur Erfassung von sozio-ökonomischen und situationsbezogenen Daten (Kontrollinformationen) durch die Teilnehmer ausgefüllt werden.

Jede teilnehmende Gruppe von Feuerwehrleuten wurde in zwei Untergruppen aufgeteilt; eine Kontrollgruppe, die nicht an Einsatzprotokolle und eine Gruppe, die an die Protokolle der eigenen Feuerwehrorganisation erinnert wurde.

Nach dem „Diktatorspiel“ bekam die Hälfte der Feuerwehrleute einen kurzen Auszug aus Trainingsmaterial zu Verhaltensregeln ihrer jeweiligen Feuerwehr zur Verfügung gestellt. Die andere Hälfte erhielt einen sachfremden Text und fungierte somit erneut als Kontrollgruppe, hier zur Überprüfung des Einflusses von Einsatzprotokollen auf die Koordinations- und Kooperationsbereitschaft der indischen und deutschen Feuerwehrleute.

Somit gab es Teilnehmer, die Formen des „priming“ (unbewusstes/assoziatives Lernen) in Bezug auf Brandbekämpfung ausgesetzt waren. Durch dieses "priming" konnte getestet werden, ob es möglich ist, das Verhalten der Feuerwehrleute zu beeinflussen, indem man sie bspw. an ihre Ausbildung erinnert. Eine solche Feststellung würde bedeuten, dass ein derartiges Risiko durch rechtzeitige Schulungen minimiert werden kann.

## Praktische Durchführung

Der Durchführung mit den deutschen Feuerwehrleuten gingen Vorbereitungen voran, im Rahmen dessen die genaue Vorbereitung und Umsetzung der Experimente erörtert und geplant wurde.

Die Durchführung der Experimente mit den deutschen Feuerwehrleuten (Freiwillige Feuerwehr und Berufsfeuerwehr) wurde durch das Projektteam der Berliner Feuerwehr initiiert bzw. ermöglicht. Insgesamt konnten die Experimente im Zeitraum von Mai bis September 2017 mit 131 Berufsfeuerwehrleuten und 97 Kameradinnen und Kameraden der Freiwilligen Feuerwehren durchgeführt werden. Dazu mussten viele Termine mit unterschiedlichen Wachen organisiert und umgesetzt werden, die alle vom Projektteam der BFW begleitet wurden.

Berufsfeuerwehren von folgenden 23 Wachen:

Buckow, Treptow, Kreuzberg, Friedrichshain, Marienfelde, Schöneberg, Tempelhof, Treptow, Wedding, Ranke, Schillerpark, Spandau-Nord, Moabit, Tiergarten, Steglitz, Lichterfelde, Charlottenburg-Nord, Spandau-Süd, Weißensee, Prenzlauer Berg, Marzahn, Wannsee, Wilmersdorf

Freiwillige Feuerwehren von folgenden 9 Wachen:

Friedrichshagen, Neukölln, Zehlendorf, Moabit, Spandau, Wittenau, Pankow, Marzahn, Urban

Bei den Berufsfeuerwehrleuten fanden die Experimente im Rahmen der regulären Schicht, während der Pausenzeit, statt. Mit den Freiwilligen Feuerwehren wurden Termine während ihres jeweiligen Übungsdienstes, welcher i. d. R. in den Abendstunden stattfindet, vereinbart.

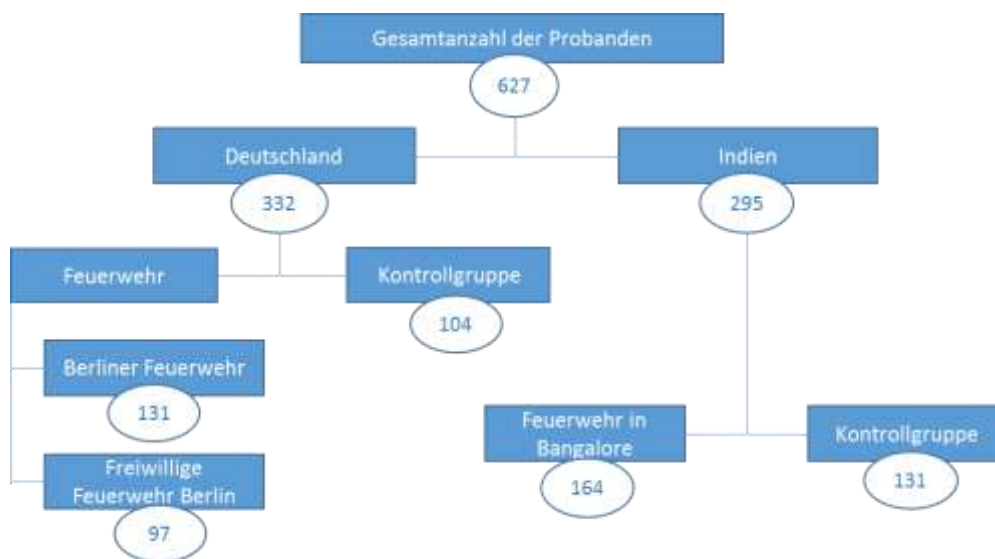


Abbildung 3: Übersicht Probanden (Quelle: BIGS)

## 1.6 AP-Nr. 6 „Sozialverhalten in U-Bahnanlagen in Extremsituationen“

Für AP-Nr. 6 „Sozialverhalten in U-Bahnanlagen in Extremsituationen“ übernahm die Berliner Feuerwehr im Projekt die Federführung. Es hatte zum Ziel, Analysen zu

- Abläufen und Prozeduren bei Schadensereignissen in U-Bahnanlagen
- Verhaltensmustern Betroffener
- Der Risikokommunikation und Warnsysteme bei Schadensereignissen

sowie eine

- Diskussion der erstellten Handlungsempfehlungen
- Überprüfung möglicher Übertragbarkeit in bestehende Aus- und Fortbildungskonzepte

durchzuführen. AP-Nr. 6 stellte damit einen der beiden Schwerpunkte der Arbeiten im Teilvorhaben der Berliner Feuerwehr dar.

### Vergleich nationaler und internationaler Einsatzpläne

Um Prozeduren bei Notfalleinsätzen analysieren zu können, hat die Berliner Feuerwehr zunächst die Einsatzpläne für unterirdische Verkehrsanlagen (Schienenverkehr) verschiedener nationaler (Hamburg, München, Köln, Stuttgart und Berlin) und internationaler (Prag, Brüssel, London, New York) Feuerwehren verglichen. Im Fokus der Analyse standen die jeweiligen Einsatzmittelaufgebote, die entsprechende Raumordnung, einsatztaktische Vorgehensweisen sowie Besonderheiten hinsichtlich unterschiedlicher Gefahrenlagen und Einsatzursachen wie beispielsweise Brand, Explosion, Einsturz oder Gefahrstoffaustritt. Der Vergleich dient lediglich der Identifikation von Übereinstimmungen bzw. Unterschieden, jedoch nicht der Bewertung der Einsatzpläne.

### Gefahrenlage

Bei den betrachteten Einsatzplänen für Einsätze in unterirdischen Schienenverkehrsanlagen ist ein Brand im Bahnhofsbereich bzw. der Brand eines Zuges im Bahnhof das Standardszenario. In Ergänzung ist für die Feuerwehr Hamburg und die Berliner Feuerwehr der Brand eines Zuges im Tunnelbereich ebenfalls ein Szenario, das in den Einsatzplänen berücksichtigt wird. Die in diesem Zusammenhang erkannten Gefahren sind die Ausbreitung von Rauch und Feuer, Gefahr durch Elektrizität, Zugverkehr, Absturzgefahr, Panikgefahr, Quetschgefahr im Bereich von Weichen, eine hohe körperliche Belastung und Kommunikationsprobleme.

Als Hauptgefahr ist die Ausbreitung von Rauch und Feuer zu sehen. Aufgrund einer zunehmend großen Anzahl von Personen im Zug bzw. Bahnhofsbereich, ist mit einer Vielzahl von Verletzten/Betroffenen zu rechnen. Diese Faktoren wurden bei der Erstellung der Einsatzpläne berücksichtigt.

Zusätzlich haben nur die Feuerwehren Köln und Stuttgart Einsatzpläne im Bereich von Einsätzen in der Technischen Hilfeleistung in unterirdischen Schienenverkehrsanlagen, wobei der Einsatzplan der Feuerwehr Köln auf das Einsatzstichwort „Person unter Zug“ zielt. Der Einsatzplan der Feuerwehr Stuttgart ist auf eine komplexe Lage in der Technischen Hilfeleistung ausgerichtet, lässt aber keinen

Rückschluss auf das zugrunde liegende Szenario zu. Die in diesem Zusammenhang erkannten Gefahren sind die Gefahr durch Elektrizität, Zugverkehr, Absturzgefahr, Panikgefahr, Quetschgefahr im Bereich von Weichen, eine hohe körperliche Belastung und Kommunikationsprobleme.

Gefahrenlagen im Zusammenhang mit dem Austritt von gefährlichen Stoffen konnten nicht identifiziert werden.

#### Einsatzmittelaufgebot – nationaler Vergleich

Bei der Betrachtung der Einsatzmittelaufgebote wird im folgenden Diagramm das eingesetzte Personal in Bezug zu den jeweiligen Einsatzstichworten dargestellt. Dies dient der Veranschaulichung des Personalbedarfs, der im vorherigen Abschnitt dargestellten Einsatzpläne.

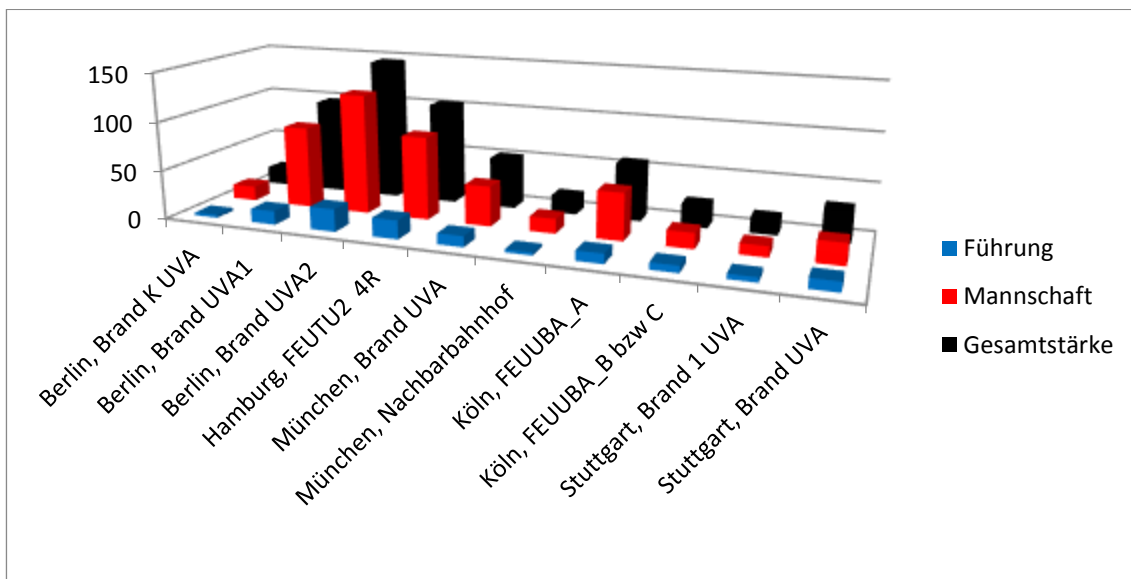


Abbildung 4: Einsatzmittelaufgebot – nationaler Vergleich 1/2

Um die Vergleichbarkeit des eingesetzten Personals zu verbessern, wurden im folgenden Diagramm nur die Einsatzmittelaufgebote verglichen, die bei den jeweiligen Feuerwehren im Falle eines Brandes im Bahnhofsbereich direkt zum Ereignisbahnhof und Bereitstellungsraum alarmiert werden. Da die Feuerwehr Hamburg nur ein Einsatzmittelaufgebot hat, dass auch die Kräfte für den zweiten Brandbekämpfungsabschnitt beinhaltet, wurden zur besseren Vergleichbarkeit diese Kräfte nicht im Diagramm dargestellt.

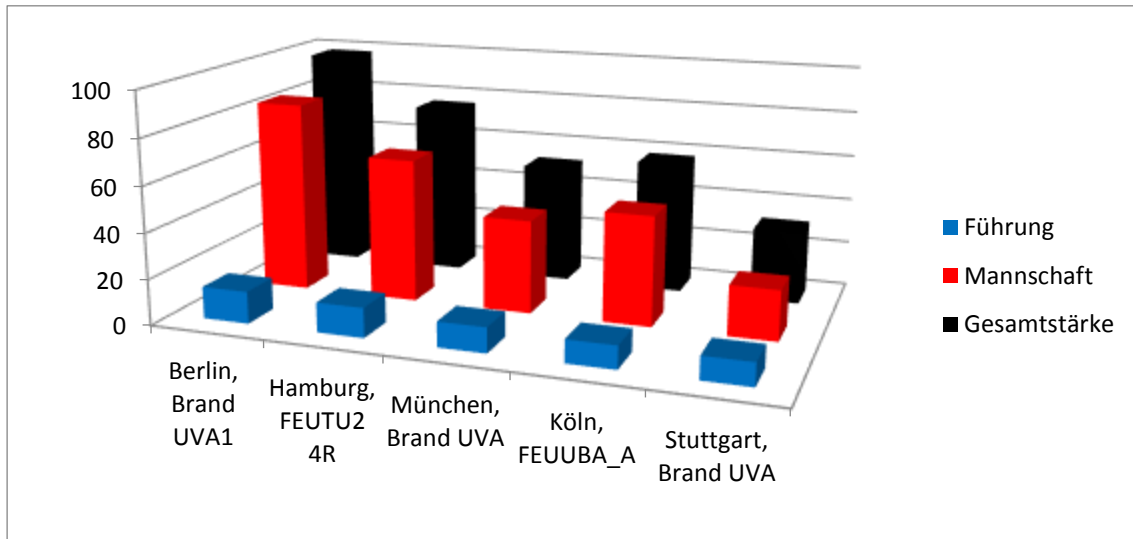


Abbildung 5: Einsatzmittelaufgebot – nationaler Vergleich 2/2

Bei der Betrachtung des Diagramms wird deutlich, dass es erhebliche Differenzen beim eingesetzten Personal gibt, obwohl das gleiche Schadensereignis zu Grunde liegt. Alle betrachteten Feuerwehren beschicken den Schadensort mit jeweils zwei Löschzügen bzw. in Fall der Berliner Feuerwehr mit dem Äquivalent von 4 Staffeln. Die Personalstärken dieser Einheiten liegen zwischen 16 und 18 Feuerwehrangehörigen und unterscheiden sich somit nur minimal. Aufgrund dieser Feststellung lässt sich die Differenz im Einsatzmittelaufgebot nur durch die ergänzenden Sonderfahrzeuge erklären.

Da der Einsatzplan der Feuerwehr Stuttgart keine weiteren Kräfte vorsieht, stellt Stuttgart das kleinste Einsatzmittelaufgebot. Die Feuerwehr Köln hingegen ergänzt das Einsatzmittelaufgebot durch einen Einsatzleitwagen in Form eines Sattelzuges zur Unterbringung der gemeinsamen Einsatzleitung, eine rettungsdienstliche Komponente zur Betreuung und Versorgung einer Vielzahl von Verletzten und den Gerätewagen-Atemschutz für die Sicherstellung einer ausreichenden Anzahl von Atemschutzgeräten sowie Langzeitatemschutzgeräten.

Im Einsatzplan der Feuerwehr München wird durch den Abrollbehälter-Atemschutz der Bedarf an Atemschutz- und Langzeitatemschutzgeräten und durch den Schlauchwagen 2000 ausreichend Schlauchmaterial sichergestellt. Ferner bilden ein Rüstwagen, ein Sonderlöschfahrzeug mit Drucklüftern und der Gerätewagen Großlüfter die Grundlage für das Münchner Belüftungskonzept.

Die Feuerwehr Hamburg ergänzt die Brandbekämpfungseinheiten durch ein Tunnel-Modul bestehend aus einem Abrollbehälter-Atemschutz und Gerätewagen-Rüstmaterial. Für die Versorgung einer möglichen Vielzahl von Verletzten wird auch das Modul Großeinsatz-Rettungsdienst mit alarmiert. Als Ergänzung für die Brandbekämpfung bzw. Tunnelbelüftung kann ein Löschunterstützungsfahrzeug (LUF 60) alarmiert werden. Hierbei handelt es sich um einen Großlüfter mit Löschwassereinspeisung auf einer fernsteuerbaren Selbstfahrlafette.

Die Berliner Feuerwehr stellt das größte Aufgebot an Sonderfahrzeugen zur Ergänzung der Brandschutzeinheiten. Zusätzlich zum Abrollbehälter-Atemschutz und einer rettungsdienstlichen Komponente zur Betreuung und Versorgung einer Vielzahl von Verletzten, die bereits in den Einsatzplänen der Feuerwehren Hamburg und Köln erwähnt wurden, werden gemäß des Berliner Einsatzplans ein Einsatzleitwagen in Form eines zu Führungszwecken umgebauten Reisebusses mit Fernmeldeeinsatzwagen zur Unterbringung der gemeinsamen Einsatzleitung ergänzt. Ferner werden zwei Atemschutznotfalltrainierte Staffeln zur Unterstützung der Sicherheitstrupps bereitgestellt. Der Abrollbehälter Be- und Entlüften in Verbindung mit einem Rüstwagen, dem Abrollbehälter-Ventilator, dem Abrollbehälter-Generator und einem Feuerwehrkran bilden die Belüftungs-Komponente. Ein zusätzliches Löschfahrzeug mit Langzeit-atemschutzgeräten wird für die Kontrolle der verrauchten Bereiche bereitgestellt. Schlauchmaterial und Sonderausrüstung für die Tunnelbrandbekämpfung stehen durch den Schlauchwagen 2000 und den Abrollbehälter-Bahn zur Verfügung. Zum Zwecke einer umfassenden Lagefeststellung wird ein Verbindungsbeamter in die Einsatzzentrale des Infrastrukturbetreibers entsandt.

Die vorgestellten Einsatzmittelaufgebote sind die vorgeplanten Einsatzmittel basierend auf den Einsatzplänen der jeweiligen Feuerwehren. Eine lageabhängige Nachalarmierung von weiteren Einsatzmitteln durch den Einsatzleiter ist jederzeit möglich und kann eine Erklärung für das Fehlen von Sonderfahrzeugen im Einsatzplan der Feuerwehr Stuttgart sein.

#### Einsatzmittelaufgebot – internationaler Vergleich

Bei der Betrachtung der Einsatzmittelaufgebote wird auch hier im folgenden Diagramm das eingesetzte Personal in Bezug zu den jeweiligen Einsatzstichworten dargestellt. Als Vergleich zu deutschen Feuerwehren wird exemplarisch das Einsatzmittelaufgebot der Berliner Feuerwehr dargestellt. Da bei keiner der betrachteten internationalen Feuerwehren im vorgeplanten Einsatzmittelaufgebot Sonderkräfte, wie z.B. MANV-Komponenten oder besondere Lüfertechnik, Berücksichtigung finden, werden zur besseren Vergleichbarkeit diese Einheiten der Berliner Feuerwehr nicht dargestellt.

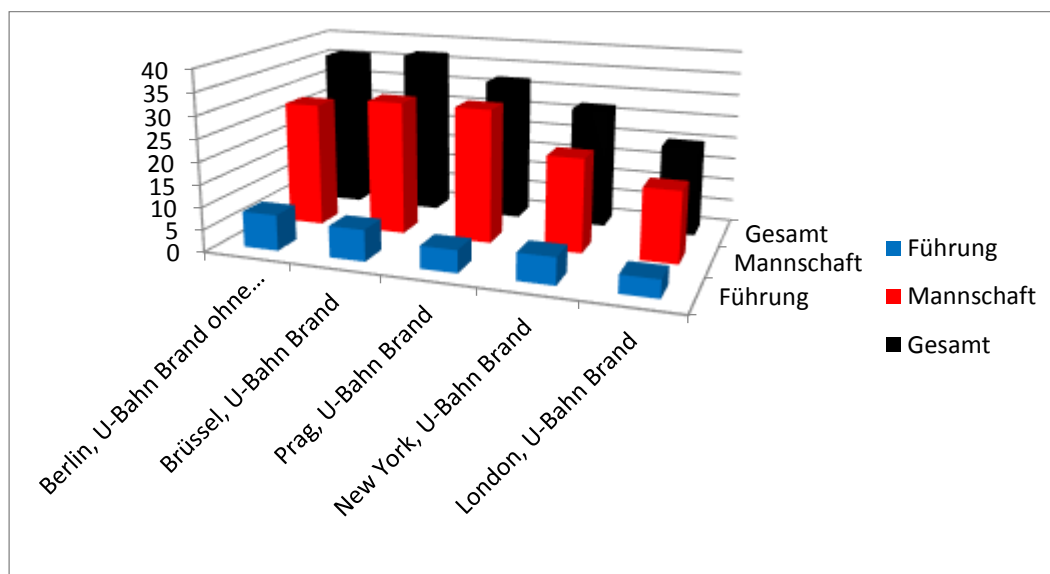


Abbildung 6: Einsatzmittelaufgebot – internationaler Vergleich

Aufgrund der international stark variierenden Besatzungsstärke von Fahrzeugen und deren unterschiedlichen taktischem Einsatzwert, kann in Rahmen des Vergleichs der Einsatzmittelaufgebote lediglich eine Aussage zum quantitativen Personaleinsatz gemacht werden. Hierbei wird deutlich, dass die europäischen Feuerwehren einen ähnliche initialen Personaleinsatz haben, wohingegen die New Yorker Feuerwehr in der Anfangsphase weniger Personal zur Einsatzstelle entsendet. Eine mögliche Erklärung hierfür liegt in der Einsatzdefinition der Feuerwehren. Die europäischen Feuerwehren definieren spezielle Einsatzmittelaufgebote für Brände in unterirdischen Anlagen, während die New Yorker Feuerwehr für solche Alarmierungen ein Standard-Einsatzmittelaufgebot (1st Alarm) entsendet.

Unabhängig von den initial entsendeten Kräften, werden bei allen Feuerwehren die Einsatzmittelkontingente vor Ort durch den Einsatzleiter lageabhängig angepasst.

#### Raumordnung - national

Grundsätzlich ist die Raumordnung bei allen beteiligten Feuerwehren nahezu identisch. Der räumliche Einsatzabschnitt „Schadensort“ oder „betroffener Bahnhof“ ist bei allen Feuerwehren der Einsatzschwerpunkt. Ferner wird auch ein Bereitstellungsraum durch alle Feuerwehren eingerichtet. Dieser wird jedoch bei der Berliner Feuerwehr und der Feuerwehr Hamburg bereits bei der Alarmierung festgelegt, während er bei den anderen Feuerwehren erst im Einsatzverlauf durch den Einsatzleiter bestimmt wird. Der räumliche Einsatzabschnitt „Nachbarbahnhof“, der auf mögliche Verrauchung kontrolliert werden muss, wird in allen Einsatzplänen, außer im Einsatzplan der Feuerwehr Stuttgart, berücksichtigt. In den Einsatzplänen der Feuerwehr Hamburg und der Berliner Feuerwehr wird aufgrund der Annahme eines Brandes eines Zuges im Tunnelbereich sogar ein möglicher zweiter Einsatzabschnitt „Schadensort“ berücksichtigt.

#### Raumordnung - international

Auch im internationalen Vergleich ist die Raumordnung bei allen beteiligten Feuerwehren nahezu identisch. Der räumliche Einsatzabschnitt „Schadensort“ oder „betroffener Bahnhof“ ist bei allen Feuerwehren der Einsatzschwerpunkt. Ferner wird auch ein Bereitstellungsraum durch alle Feuerwehren eingerichtet, jedoch wird dieser nicht bereits bei der Alarmierung sondern erst im Einsatzverlauf durch den Einsatzleiter bestimmt. Weitere räumliche Einsatzabschnitte, wie z.B. verrauchte Nachbarbahnhöfe, werden ebenfalls durch den Einsatzleiter definiert.

#### Taktik - national

Die taktische Vorgehensweise aller betrachteten Feuerwehren basieren auf den Vorgaben der Feuerwehr Dienstvorschrift 100 (Führung und Leitung im Einsatz), Feuerwehr Dienstvorschrift 3 (Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz) und Feuerwehr Dienstvorschrift 7 (Atemschutz). Grundsätzlich wird bei allen Feuerwehren, in Abhängigkeit der Einsatzmittelaufgebote der jeweiligen Einsatzpläne, bereits bei der Alarmierung eine erste Aufteilung in räumliche Einsatzabschnitte vorgenommen. Zusätzlich ist bei der Feuerwehr Stuttgart und der Berliner Feuerwehr ein kaskadenartiges Aufwachsen von Einsatzmitteln durch definierte Eskalationsstufen möglich. Im weiteren Verlauf werden bei allen Feuerwehren weitere Einsatzabschnitte gebildet, um die effektive Führungsstruktur aufzubauen. Bei der Berliner Feuerwehr sind die Einsatzabschnitte



„Zugang Bahnhof“. „2. Zugang“, Medizinische Rettung, Bereitstellungsraum, Kontrolle und Belüftung in Rahmen des Einsatzplans definiert und mit einem entsprechenden Einsatzmittelaufgebot versehen. Zusätzlich wird ein Führungsdienst der Stufe B zur jeweiligen Sicherheitsleitstelle des Infrastrukturbetreibers entsendet, um dort Lageveränderungen mittels Kamertechnik zu erkennen und diese umgehend an den Einsatzleiter weitergeben kann. Ferner ist auch das Einsatzmittelaufgebot zur Kontrolle benachbarter Bahnhöfe definiert. Bis auf den Einsatzplan der Feuerwehr Stuttgart berücksichtigen die übrigen Feuerwehren die benachbarten Bahnhöfe in ihren Einsatzplänen. Bei den Feuerwehren Hamburg und Köln ist ein Einsatzabschnitt Medizinische Rettung ebenfalls vorgeplanter Bestandteil des Einsatzplans. Darüber hinausgehende Einsatzabschnitte werden in der Regel durch den Einsatzleiter im Verlauf des Einsatzes festgelegt.

Beim Vorgehen in der Brandbekämpfung befolgen alle betrachteten Feuerwehren die einsatztaktischen Grundsätze der Feuerwehr Dienstvorschrift 7. Dies zeigt sich durch eine konsequente Atemschutzeinsatzführung, das Bereitstellen eines Sicherheitstrupps und eine Vorhaltung von personellen Ressourcen zur zeitgerechten Ablösung der unter Atemschutz eingesetzten Trupps. Auch im Bereich der Einsatztaktik in unterirdischen Verkehrsanlagen wird bei alle Feuerwehren grundsätzlich der Angriff über zwei unabhängige Zugänge angestrebt. Dennoch gibt es zwischen den Feuerwehren auch große Unterschiede in der Brandbekämpfungstaktik. Während die Berliner Feuerwehr, die Feuerwehr München und die Feuerwehr Stuttgart mit Stoßtrupp in einer Stärke von 5 Mann vorgehen, setzen die Feuerwehren Hamburg und Köln 3-Mann Angriffstrupps ein. In diesem Zusammenhang wird bei der Feuerwehr München und der Berliner Feuerwehr vom Vorrang der Menschenrettung abgewichen, so dass die jeweils ersten Stoßtrupp als Auftrag haben ein genaues Lagebild schnellstmöglich an den Einsatzleiter zu übermitteln und anschließend unverzüglich mit der Brandbekämpfung beginnen. Dieser Grundsatz des „Löschen um zu retten“ basiert auf der Erkenntnis, dass eine schnelle Brandbekämpfung und Kühlung der Tunnelstruktur die Ausbreitung von Rauch und Feuer reduziert und somit die Eigenrettung Betroffener bzw. die Rettung Betroffener durch nachfolgende Atemschutztrupps nachhaltig verbessert.

Die Atemschutzeinsatzführung und Dokumentation wird bei der Mehrheit der Feuerwehren dezentral durch die Maschinisten der Löschfahrzeuge oder andere festgelegte Einsatzkräfte durchgeführt. Lediglich bei der Feuerwehr Stuttgart wird bei der Brandbekämpfung in unterirdischen Verkehrsanlagen die Atemschutzeinsatzführung und Dokumentation durch den Führungsassistenten des zweiten Löschzuges zentral geführt.

Die verwendeten Atemschutzgeräte variieren zwischen Atemschutzgeräten mit einer 30-minütigen (PA 30) bzw. 60-minütigen (PA 60) Einsatzdauer und Langzeitatemschutzgeräten. Während in der Erkundungsphase die Einsatzkräfte der Feuerwehren Stuttgart, Berlin mit PA 30 vorgehen und erst im weiteren Einsatzverlauf auf PA 60 bzw. Langzeitatemschutzgeräte umstellen, geht bereits der erste Stoßtrupp der Münchner Feuerwehr mit Langzeitatemschutzgeräten in den Einsatz. Auch der Einsatzleiter der Feuerwehr Hamburg entscheidet im Verlauf des Einsatzes lageabhängig, ob Langzeitatemschutzgeräte eingesetzt werden. Bei der Berliner Feuerwehr ist im Einsatzplan eindeutig geregelt, dass zur Brandbekämpfung eingesetzte Stoßtrupps mit PA 60 auszurüsten sind und nur die Einsatzkräfte im Einsatzanschnitt „Kontrolle“ mit Langzeitatemschutzgeräten ausgestattet werden.

In Abhängigkeit zum verwendeten Atemschutzgerätetyp, wird bei allen Feuerwehren ein Sicherheitstrupp mit einem mindestens gleichwertigen Atemschutzgerätetyp gestellt. Jedoch gibt es bei der Personalstärke des Sicherheitstrupp Unterschiede zwischen den Feuerwehren. Bei den Feuerwehren, die einsatztaktisch mit 3-Mann Trupps operieren, wird auch der Sicherheitstrupp in dieser Stärke gestellt. Äquivalent verhält es sich bei den Feuerwehren mit Stoßtrupp-Taktik. Die Ausnahme bildet hierbei die Berliner Feuerwehr, welche einen 2-Mann Sicherheitstrupp stellt, der durch eine Atemschutztrainierte Staffel unterstützt wird. Die Atemschutztrainierte Staffel ist eine Einheit, die speziell für die Rettung von Feuerwehrereinsatzkräften aus dem Gefahrenbereich ausgebildet ist und sich aus einem Einheitsführer, einem 4-Mann Trupp und dem Maschinisten des Löschfahrzeugs zusammensetzt.

Neben der schnellstmöglich einzuleitenden Brandbekämpfung ist das Tunnelbelüftungskonzept ein weiterer wichtiger Faktor bei der Rettung von Betroffenen, da im günstigsten Fall Flucht- und Angriffswege rauchfrei gehalten werden können und der verrauchte Bereich systematisch entraucht werden kann. Aus diesem Grund haben die Feuerwehren München und Berlin dementsprechende Komponenten im initialen Einsatzmittelaufgebot. Die Einsatzpläne der Feuerwehren Stuttgart und Köln lassen keinen Rückschluss auf die Verwendung einer solchen Komponente zu. Die Feuerwehr Hamburg prüft gemäß Einsatzplan während des Einsatzes, ob eine Verwendung der Löschunterstützungsfahrzeuges (LUF 60) sinnvoll erscheint.

Aufgrund der zu erwartenden Vielzahl von Betroffenen und Verletzten aus dem Bereich der unterirdischen Verkehrsanlage, haben die Feuerwehren Köln, Hamburg und Berlin eine rettungsdienstliche Komponente zur Betreuung und Versorgung einer Vielzahl von Verletzten im Einsatzmittelaufgebot festgeschrieben. Diese Einheiten unterscheiden sich zwar in ihrer Fahrzeugzusammenstellung und Personalstärke, aber sind gleichermaßen geeignet die Versorgung von Verletzten zu übernehmen und einen zeitnahen Transport in geeignete Krankenhäuser sicherzustellen. In den Einsatzplänen der Feuerwehren München und Stuttgart sind vergleichbare Komponenten nicht erkennbar.

Das Fehlen gewisser Komponenten bei einigen Feuerwehren bedeutet in Kontext dieses Abschnittes nur, dass diese Einsatzmittel nicht im Einsatzplan der jeweiligen Feuerwehr Beachtung finden. Eine lageabhängige Alarmierung durch den Einsatzleiter ist dennoch möglich.

#### Taktik - international

Besonders im internationalen Vergleich hat sich herausgestellt, dass das taktische Vorgehen maßgeblich von den baulichen Bedingungen des U-Bahnsystems bestimmt wird. Zusätzlich sind individuelle organisatorische Strukturen und die zur Verfügung stehende Spezialausrüstung weitere stark einflussnehmende Faktoren. Ferner spielen auch gesetzlichen Grundlagen oder Vorschriften eine wichtige Rolle bei der Erstellung taktischer Konzepte. Diese werden aber im folgenden Vergleich nicht weiter betrachtet.

In Bezug auf die baulichen Bedingungen sind vor allem die Zugänglichkeit und die anlagentechnische Ausstattung von entscheidender Bedeutung. Bei allen betrachteten U-Bahnsystemen handelt es sich um alte Gebäudestrukturen, die im Verlauf der letzten Jahrzehnte

erweitert wurden und in der Regel über keine maschinelle Entrauchung verfügen. Dieser Umstand im Kombination mit den beschränkten Zugänglichkeiten (Bahnhöfe und vereinzelt Notausgänge) stellt alle Feuerwehren vor zwei große Herausforderungen; lange Anmarschwege und nahezu keine Möglichkeit die Rauchausbreitung zu beeinflussen.

Aus diesem Grund haben alle betrachteten Feuerwehren den Grundsatz, dass man initial über zwei voneinander getrennte Angriffswege zum Schadensort vorgeht. Zusätzlich muss in solchen Lagen der Personaleinsatz erhöht werden, da sie Anmarschwege sehr lang und folglich für die Einsatzkräfte körperlich sehr belastend sind. Während bei der Berliner Feuerwehr und auch der Brüsseler Feuerwehr die gesamte Wasserversorgung vom Feuerwehrpersonal aufgebaut werden muss, haben die Prager Feuerwehr und zu Teilen auch die Londoner und New Yorker Feuerwehr Steigleitungen bis zu Tunnelebene. Darüber hinaus unterhält die Prager Feuerwehr Gerätedepots auf ausgewählten Bahnsteigen, was eine zusätzliche Erleichterung für die Einsatzkräfte darstellt.

Eine Besonderheit im Bereich der organisatorischen Struktur bei Bränden in unterirdischen U-Bahnanlagen weist Prag auf, da dort neben der öffentlichen Feuerwehr auch eine betriebliche Feuerwehr des ÖPNV existiert. Diese ist besonders für Brände in unterirdischen Anlagen geschult und hat eine eigene Leitstelle, die jederzeit auf die Videoüberwachung der U-Bahn zugreifen kann.

Auch im Bereich der international verwendeten Spezialausrüstung gibt es erhebliche Unterschiede. Während in Prag und Brüssel die feuerwehrtechnische Ausrüstung im Gleisbereich getragen bzw. mit manuellen Loren transportiert werden muss, so werden in London für den Transport von Ausrüstung und Betroffenen Loren, die mit einem akkubetriebenen Elektromotor ausgestattet sind, verwendet. Die Verkehrsbetriebe von New York unterhalten einen Sonderzug, der für die Brandbekämpfung und Personenrettung ausgestattet ist und durch die New Yorker Feuerwehr genutzt werden kann.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass trotz unterschiedlicher baulicher Bedingungen und technischer Ausrüstung ein Löschangriff über zwei unabhängige Wege bei allen Feuerwehren als Grundtaktik Anwendung findet. Die individuelle Umsetzung hingegen variiert stark und ist von der örtlichen Gegebenheit und der zur Verfügung stehenden Ausrüstung abhängig.

## Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die verglichenen Feuerwehren sich des Gefahrenpotentials, welches von unterirdischen Verkehrsanlagen ausgehen kann, bewusst sind, jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht alle Feuerwehren ihre Einsatzpläne in Bezug auf die Brandbekämpfung fertiggestellt haben. Einsatzpläne zur Abwehr von Schadenslagen aus dem Bereich der Technischen Hilfeleistung wurden nur durch die Feuerwehren Stuttgart und Köln erstellt. Einsatzpläne die sich mit der Schadensabwehr durch Austritt von gefährlichen Stoffen in unterirdischen Verkehrsanlagen befassen, wurden nicht identifiziert. Eskalationsstufen erleichtern einen reibungslosen Strukturwandel im Bereich der Einsatzstellenorganisation und Einsatzleitung bei einer Zunahme von Einsatzmitteln, findet aber ausschließlich Umsetzung in den Einsatzplänen der Feuerwehren Berlin, Köln und Stuttgart.

Die Einsatzpläne im Bereich der Brandbekämpfung unterscheiden sich erheblich im initialen Einsatzmittelaufgebot, was überwiegend durch die unterschiedliche Vorplanung von Sonder-einsatzmitteln, speziell für Belüftung, Verletztenversorgung, zu erklären ist.

Grundsätzlich ist die räumliche Ordnung der betrachteten Feuerwehren ähnlich, wird aber bei Feuerwehren mit einem detaillierten Einsatzplan bereits im Vorfeld durch zusätzliche Einsatzabschnitte ergänzt.

Die Brandbekämpfungstaktik basiert bei allen Feuerwehren auf einem Angriff über möglichst zwei unabhängige Wege, wobei der Vorrang der Menschenrettung dem Einsatzgrundsatz des „Löschen um zu retten“ nachgeordnet ist. Die Personalstärke der eingesetzten Trupps und deren Ausstattung mit Atemschutzgeräten variiert, erfüllt aber stets die Anforderungen der gängigen Feuerwehrdienstvorschriften, da immer ein Sicherheitstrupp gestellt und die Atemschutzeinsatzführung durchgeführt wird.

Abschließend kann festgestellt werden, dass obwohl die Einsatzpläne prinzipiell auf den gleichen Grundsätzen basieren, die Einsatzpläne individuell auf die Bedürfnisse der jeweiligen Feuerwehr zugeschnitten sind und somit im Einsatzmittelaufgebot und der taktischen Vorgehensweise stark variieren.

#### Analyse der Kommunikation, Informationsweitergabe und Entscheidungsprozessen

Die analysierten Pläne und Verfahrensweisen wiesen zumindest in Deutschland, teilweise aber auch im internationalen Vergleich viele Gemeinsamkeiten auf. Insbesondere die Philosophie, eine frühestmögliche und zügige Brandbekämpfung zur Menschenrettung durchzuführen, scheint sich vermehrt durchzusetzen. Die organisatorischen Strukturen sowie die einsatztaktischen Vorgehensweisen prägen ganz entscheidend das Kommunikationskonzept für die jeweilige Gefahrenabwehr und sind insofern auch für die wissenschaftliche Betrachtung durch die AKFS relevant. Durch Teilnahme an verschiedenen Fortbildungen und Übungen konnten die notwendigen fachlichen Hintergründe vermittelt werden.

Im Rahmen von zwei Unteraufträgen wurde die Akademie der Katastrophenforschungsstelle (AKFS) gGmbH damit beauftragt, bei der Bearbeitung dieses AP maßgeblich zu unterstützen. Ihr zentraler Auftrag bestand in der Analyse der Kommunikation, Informationsweitergabe und Entscheidungsprozesse der BFW im Kontext von Einsätzen in unterirdischen Verkehrsanlagen (U-Bahn) sowie der wissenschaftlichen Analyse von sozialem Verhalten. Im Folgenden sind die zusammengefassten Ergebnisse der AKFS zu lesen, die sie der BFW zur Verfügung gestellt hat.

Zu Beginn wurde eine wissenschaftliche Analyse zu Verhaltensmustern von Betroffenen bei U-Bahnbränden durchgeführt. Einige wichtige Ergebnisse lauten wie folgt:

- Warnungen mit spezifischen Handlungsanweisungen sind lebensentscheidend
- Große Gefahr der Desorientierung (v. a. im Rauch) und Gefahr tödlicher Entscheidungen besteht aufgrund von Informationsmangel („in den Rauch laufen“)
- Hilfeverhalten der Betroffenen untereinander ist dann zu erwarten, wenn die Situation dies zulässt

- Es besteht leicht erhöhtes Risiko für Schockreaktionen (im Sinne von „Paralysiertsein“)
- Panik („kopfloose Flucht“) ist generell sehr selten, kann aber bei Bränden in U-Bahn aufgrund von Kontextbedingungen wahrscheinlicher werden
- Rollenspannungen und -konflikte bei Einsatzkräften ist möglich, die Aufgabe der Rolle jedoch unwahrscheinlich
- Aber: fortgesetztes Terrorrisiko kann Verhaltensweisen in Zukunft ändern

Um anschließend eine Analyse der Kommunikation, der Informationsweitergabe und der Entscheidungsprozesse durchführen zu können, hat die AKFS drei von der Berliner Feuerwehr geplante und durchgeführte Übungen beobachtet und ausgewertet. Dabei handelte es sich um

- eine Kommunikationsübung am 08.09.2017
- die Übung „Cäsium 2018“ am 23.06.2018 und
- die SenSE4Metro-Abschlussübung am 07.10.2018



Abbildung 7: Übersicht Kommunikationsübung am 08.09.2017 (Quelle: AKFS)



Abbildung 8: Übersicht Übung „Cäsium“ am 23.06.2018 (Quelle: AKFS)



Abbildung 9: Übersicht SenSE4Metro-Abschlussübung am 07.10.2018 (Quelle: AKFS)

Zur vertieften Auswertung wurden sowohl zur Vorbereitung als auch im Nachgang der Übungen Interviews mit verschiedenen beteiligten Personen der BFW sowie der an der Übung beteiligten Hilfsorganisationen durchgeführt. So fanden bspw. Kurzinterviews mit allen beobachteten Positionen unmittelbar nach den Übungen und Langinterviews nach einigen Tagen mit allen wichtigen Positionen statt. Im Zentrum der Langinterviews standen die Informationsverläufe und Lagebilder während der Übung, also die Frage, welche Informationen wann und für wen verfügbar waren, welche Kommunikationsbarrieren es möglicherweise gab und welche Lagebilder auf welcher Ebene daraus resultierten.

## Allgemeine Ergebnisse

Im Folgenden sind Erkenntnisse zu lesen, die sich aus der Auswertung der zuvor genannten Übungen gewinnen ließen.

Anschlussfähigkeit von Informationen: Welche Informationen werden gehört?

Informationen werden im Kontext der Lagefeststellung nicht wahrgenommen oder nicht als relevant erachtet, wenn sie

- unerwartet kommen.
- nicht mit Vorerfahrungen verknüpft werden können.
- nicht mit konkreten Handlungsanweisungen einhergehen.
- nicht mit dem Auftrag oder dem Führungskreislauf übereinstimmen.
- keine bekannten (sozialisierten) Codewörter beinhalten (wie z.B. in einer unbekanntem Lage wie in der Terrorlage).

Validierung von Informationen: Welchen Informationen wird geglaubt?

Wenn die Führungsebene keinen visuellen Eindruck der Lage hat (wie in UVA und bei starker Verrauchung), dann sind konkrete Informationen über die Situation im Einsatzgeschehen von den Staffelführern (STF) (als „Augen und Ohren des C-/B-Dienstes“) und das Vertrauen in diese Einschätzungen entscheidend. Als valide werden Informationen eingeschätzt, wenn sie

- aus den eigenen Reihen, anderen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), der BVG oder Polizei (POL) kommen
- objektiv – bspw. über eine radiologische Messung oder Amputationsverletzung – und damit sichtbar bewiesen und nachvollziehbar sind.

Wenn Informationen aus der Bevölkerung vorliegen, werden diese von Seiten der Feuerwehr als unterschiedlich valide bewertet.

Kommunikationsform: Wie werden Informationen weitergegeben?

Wenn organisationale Zuordnungen nicht klar sind, „funktioniert“ auch der Funkverkehr nicht. Wenn der Funkverkehr nicht funktioniert, dann wird die face-to-face-Kommunikation wichtiger und das „Nichtfunktionieren“ des Funks legitimiert die (z. T. gewünschte) Face-to-Face Kommunikation. Dadurch kann es zu einer selbsterfüllenden Prophezeiung kommen: Die Kommunikation über Funk wird „nicht mehr versucht“, da „Nichtfunktionieren“ allgemein akzeptiert ist.

Die Face-to-Face Kommunikation wird präferiert, da dabei kein Herausfinden von Funkrufnamen notwendig ist („Man kennt sich“) und unmittelbare Reaktionen (Verstehen o.ä.) des Gegenübers sichtbar sind. Gleichzeitig kann die Führungskraft sehen, wie es den Kollegen geht, was Bestandteil des Bedürfnisses ist, die Lage selbst mit den Sinnen zu erfahren („in der Lage leben“).

Wenn face-to-face-Kommunikation als valider wahrgenommen wird, dann wird der Funkverkehr als störend empfunden. Findet die face-to-face Kommunikation außerhalb der formalisierten Informationskette statt, kann es zu Unklarheit darüber führen, wer die Informationen weitergibt

bzw. werden diese ggf. nicht weitergegeben. Werden Funk und face-to-face gleichzeitig bedient, dann können sich diese jeweils gegenseitig behindern oder unterstützen.

Handlungsunsicherheiten: Welche Folgen haben fehlende Informationen und Kommunikationen?

Es kann zu Handlungsunsicherheiten kommen, wenn

- Informationsweitergabe nicht mit konkreten Handlungsanweisungen verbunden ist
- keine Quittierung oder Rückmeldung einer nach oben erfolgten Meldung nach unten erfolgt
- Entscheidungen individualisiert werden, da allgemeingültige Vorgaben (bewusst) fehlen, z.B. wenn es um die Priorisierung von Menschenrettung, Brandbekämpfung und Eigenschutz (bspw. bei Terrorverdacht) geht
- es durch kommunikative Unsicherheiten (wer darf oder kann welche Entscheidung treffen bzw. kommunizieren?) notwendige Entscheidungen nicht getroffen werden können
- der Führungskreislauf nicht eingehalten wird
- ein (kollektiv geteiltes) Lagebild fehlt
- es sich um eine unbekannte Lage handelt (z. B. Terror), für die es keine anschlussfähigen Informationen/Codewörter gibt.
- sich die dafür vorgesehenen in Kommunikationsplänen festgelegten Abläufe zu sehr von den gebräuchlichen Kommunikationsstrukturen unterscheiden oder widersprechen.

Derartige Handlungsunsicherheiten oder -unklarheiten können verursacht werden durch

- Individualisierung, d. h. existentielle Entscheidungen soll jeder Feuerwehrmann individuell nach eigenen ethischen und erfahrungsmäßigen Kriterien treffen
- Rekursive Verhandlungsschleifen, d.h. wenn eine unsichere Situation (bspw. ein konkreter Anschlagverdacht) vorliegt, verlaufen Informationsflüsse nicht linear, sondern in Aushandlungskreisen.
- Vertrauen, d. h. es wird implizit erwartet und darauf vertraut, dass bestimmte Abläufe bereits erfolgt sind/erfolgen werden.
- Rückzug auf bekannte Muster, d.h. die
  - Lagefeststellung erfolgt mit Bezug auf die organisational vorgehaltenen Ressourcen und Lösungsmöglichkeiten
  - Abarbeitung des Auftrags erfolgt nach dem naheliegendsten Lagebild unter Ausblendung möglicher Spezifika des Auftrags
  - Flexibilität wird eingeschränkt.

Die Rolle des Lagebildes

Wenn unterschiedliche Führungsebenen unterschiedliche Wahrnehmungen der Lage haben, dann werden Informationen unterschiedlich wahrgenommen, kommuniziert und interpretiert und ergeben damit ein sehr unterschiedliches Lagebild bei den Beteiligten. Liegt kein eindeutiges (vordefiniertes) Lagebild vor, sind Handlungsunsicherheiten die Folge. Wird das Lagebild nicht kollektiv geteilt, dann kommt es zu unterschiedlichen Handlungen, Handlungsunsicherheiten und Kommunikationsbarrieren. Dies gilt feuerwehrintern und verschärft sich mit dem Einbezug anderer Organisationen.



Hat sich hingegen ein gemeinsames (vordefiniertes) Lagebild kollektiv etabliert und wird dieses nur noch „abgearbeitet“, sind die Kommunikationsflüsse strukturierter, haben aber nur noch wenig Offenheit für Veränderungen des Lagebildes. Wenn das Lagebild v.a. vor dem Hintergrund möglicher organisational vorgehaltener Ressourcen und Lösungskapazitäten erstellt wird, wird die Offenheit für davon abweichenden Informationen eingeschränkt.

#### Inkorporiertes Erfahrungs- und Ausbildungswissen

Wenn man darauf vertraut, dass man intuitiv die richtigen Informationen wahrnimmt und weitergibt, dann kann auch in Stresssituationen schnell reagiert werden. Aber: Die Reflexionskompetenz über mögliche eigene Fehlwahrnehmungen geht verloren.

Hat eine Person eine sehr positive Selbsteinschätzung – bis hin zur Selbstüberschätzung – dann werden Informationen nur sehr selektiv weitergegeben. Wird sehr eng an einem Auftrag festgehalten, dann entgehen wichtige Informationen bzw. werden diese nicht weitergegeben. Wenn Abläufe eng nach den Vorgaben und Vorschriften ausgeführt werden, können Führungskräfte die Handlungen ihrer Einsatzkräfte voraussehen und einbeziehen, auch wenn die Kommunikation unterbrochen ist. Werden klare Regelbefolgung und Wissensstände vorausgesetzt, werden damit verbundene Informationen nicht mehr kommuniziert. Sie werden als nicht notwendig erachtet oder es wird Rücksicht genommen, um Andere nicht zu überfordern.

#### Bedeutung von Sozialbeziehungen und Vertrauen für die Informationsweitergabe

Individuelle Sozialbeziehungen und das Vertrauen spielen eine wichtige Rolle bei der Frage, wie Informationen weitergegeben werden. Wenn

- man sich kennt, dann ist ein Einsatz einfacher.
- man sich kennt, dann hat man eine gemeinsame, möglicherweise nicht immer harmonische Geschichte.
- Hierarchie zu stark ausgeprägt ist, werden kreative Ideen/Informationen nicht wahrgenommen.
- in größeren Lagen nicht eingübte Staffeln und Dienststellen miteinander arbeiten, kann dies aufgrund fehlender Routinen zu Kommunikationsbrüchen führen.
- Rücksichtnahme auf nach- oder übergeordnete Führungskräfte zu ernst genommen wird, dann werden möglicherweise zu wenig Informationen nach unten durchgegeben bzw. bestätigt.
- Bei Problemen, Abweichungen usw. wenig „Protest“ und Nachfragen von unten kommen, kann dies ebenfalls zu Defiziten der Informationsweitergabe führen.

Auf Grundlage der bei den Übungen gemachten Beobachtungen und deren Auswertung sowie die gemeinsame Diskussion im Rahmen von Workshops mit Angehörigen der BFW wurden für

- Kommunikations- und Entscheidungsfindungsprozesse
- Menschliches Verhalten (inkl. Einsatzkräfte)
- Warn- und Krisenkommunikation

Handlungsempfehlungen formuliert.

## Handlungsempfehlungen

Zielgruppe der erstellten Handlungsempfehlungen sind sowohl Ausbilder und Führungskräfte als auch die Pressestellen. Die einzelnen Empfehlungen wurden durch Angehörige der BFW jeweils nach Umsetzbarkeit, Wirkung und Ressourcenaufwand bewertet.

Im Folgenden ist eine Auswahl der erstellten Handlungsempfehlungen zur Information und Kommunikation als auch zum Sozialverhalten in UVA aufgeführt.

### Quittierung von Informationen und Handlungen thematisieren

Es wird empfohlen, die Wichtigkeit der Quittierung von Informationen und die Rückmeldung über die erfolgten Handlungen insbesondere zu unteren Führungsebenen in der Ausbildung stärker hervorzuheben.

### Anschlussfähigkeit von Informationen gewährleisten

Damit Informationen gerade bei unübersichtlichen Lagen wahrgenommen und als relevant erachtet werden, sollten sie

- a. in die bislang bekannten und eingeübten Wahrnehmungsschemata passen,
- b. bekannte Codes beinhalten,
- c. mit konkreten Handlungsanweisungen einhergehen und
- d. mit dem Auftrag und dem Führungskreislauf übereinstimmen. Diese Aspekte sollten entsprechend in der Aus- und Fortbildung berücksichtigt werden.

### Codewörter für Terrorlagen entwickeln

Es sollten einheitliche Codewörter für Terrorlagen entwickelt werden. Diese sollten idealerweise gestuft sein, z.B. für „noch nicht bestätigten Terrorverdacht“ oder für „bestätigte Terrorlage“ und mit konkreten Handlungsanweisungen (bspw. für den verstärkten Eigenschutz) für alle Führungsebenen verknüpft werden.

### Codewörter für Terrorlagen bekannt machen

Es wird empfohlen, für die entwickelten Codewörter für Terrorlagen im Rahmen der Ausbildung und in regelmäßigen Übungen zu sensibilisieren bzw. bereits bestehende stärker hervorzuheben.

### Für den kontinuierlichen Austausch des Lagebildes sensibilisieren

In der Lage muss nachrückenden Kräften die Situation und das Lagebild vermittelt werden. Gemeinsame Lagebesprechungen sind zentral für die Abarbeitung des Auftrags. In regelmäßigen Abständen sollte diskutiert werden, welche Idee bzw. Vorstellung die einzelnen Führungsebenen von ihrer Aufgabe haben: Teilen sie die Wahrnehmung und

Einschätzung der a) generellen sicherheitspolitischen Lage und b) ihres Auftrags als Feuerwehr?

Unbewusste Handlungsabläufe und eigene Fähigkeiten hinterfragen

Unbewusste Handlungsabläufe und die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten sollten kontinuierlich evaluiert bzw. ins Bewusstsein gerufen werden. Führungskräfte sollten hierzu in der Aus- und Fortbildung entsprechend sensibilisiert und befähigt werden.

Zuordnung von Zuständigkeiten transparent gestalten

Die Zuordnung von Zuständigkeiten gilt es auch während des laufenden Einsatzes fortlaufend transparent zu gestalten.

Vertrauensfördernde Maßnahmen ergreifen

Es wird empfohlen, vertrauensfördernde Maßnahmen zu ergreifen. Dazu gehören z. B. das Danken und das gegenseitige Wertschätzen, v. a. bei Einsatznachbesprechungen.

Stärkere Berücksichtigung der Organisationskultur

Die Organisationskultur sollte als wesentliche Rahmenbedingung für gelingendes oder scheiterndes Informations- und Kommunikationsmanagement in die Ausbildung, Übung und/oder Einsatznachbesprechungen berücksichtigt werden.

Einsatznachbesprechungen durchführen

Es wird empfohlen, Einsatznachbesprechungen systematisch auch nach Informations- und Kommunikationsaspekten durchzuführen und wiederkehrende Informations- und Kommunikationsbarrieren herauszuarbeiten (permanenter Evaluationsprozess der Kommunikation).

Einsatztaktiken überprüfen

Es ist im Rahmen von Einsatznachbesprechungen oder bei der Planung und Evaluation von Übungen kontinuierlich zu überprüfen, ob eine klare Regelbefolgung und Abläufe eng nach Vorschrift die Informationsweitergabe behindern oder befördern und die Einsatztaktiken sind entsprechend anzupassen.

Kommunikationsübungen aufnehmen

Spezielle Kommunikationsübungen und ein entsprechendes Feedback sollten standardisiert in das Ausbildungsprogramm aufgenommen werden.

Adressatenorientierte Ausbildung umsetzen

Ausbildungen bzw. Ausbildungseinheiten sollten explizit auf unterschiedliche Lerntypen zugeschnitten sein. Dazu können z. B. Methoden des E-Learning Anwendung finden.

### Gemeinsame Übungen durchführen

Es wird empfohlen, Übungen unter Einbezug von Statisten oder der Bevölkerung durchzuführen, um ein auf Erfahrungen basierendes Verständnis vom Agieren der Bevölkerung generell und in spezifischen Lagen (z. B. in UVA) zu erlangen.

### Erweiterte Schulungen zum Verhalten der Bevölkerung durchführen

Die Ausbildung der Führungskräfte der BFW sollte um die Erkenntnisse zum Verhalten der Bevölkerung, möglichen Tipping Points im Verhalten und deren Konsequenzen für die Einsatzplanung ergänzt werden.

### Gegenseitige Perspektivübernahmen durchführen

Es wird empfohlen, in Übungen bzw. Rollenspielen eine gegenseitige Perspektivübernahme verschiedener Führungsebenen durchzuführen und zwar nicht nur horizontal – wie bereits durchgeführt – sondern auch vertikal (B-Dienst übernimmt bspw. die Sichtweise des Staffelführers und umgekehrt).

### Internationalen Austausch fördern

Es wird ein intensiver Austausch mit anderen Feuerwehren, die große Erfahrungen mit U-Bahnlagern und entsprechenden Vorfällen haben (bspw. New York, USA oder Daegu, Südkorea), empfohlen.

### Warnwege der Bahnbetreiber überprüfen und überarbeiten

Es wird empfohlen, die Warnwege (inkl. Fluchtwegbeschilderung und entsprechende Beleuchtungen) der Bahnbetreiber mit Blick auf die Dauer von möglichen Evakuierungen oder Verleugnungsaspekten zu überprüfen und ggf. gemeinsam mit ihnen zu überarbeiten.

### Bevölkerung besser vorbereiten

Eine systematische Vorbereitung und Information der U-Bahnnutzer/innen (z. B. über die Bedeutung von Notsignalen oder adäquate Handlungsweisen in Notsituationen) wird empfohlen.

### Unterstützungs- und Sicherheitsprogramm für Familien einrichten

Es wird empfohlen, für die Familien der Einsatzkräfte ein Unterstützungs- und Sicherheitsprogramm einzurichten, das z. B. eine Unterstützung der Notfallvorsorge, das Bereitstellen von Kommunikationskanälen (vor allem bei langandauernden Einsätzen) und die Betreuung oder Versorgung der Familien sicherstellt.

### Sicherheit der Einsatzkräfte gewährleisten

Es wird empfohlen, offen über Risiken und den Umgang mit diesen zu informieren sowie Materialien zum Schutz bereitzustellen (z. B. Aufklärung zu Infektionskrankheiten, terroristischen Gefahren oder CBRNE-Gefahren).

#### Handlungsroutinen entwickeln

Es wird empfohlen, feuerwehrinterne Handlungsroutinen zum Umgang mit unklaren Situationen (z. B. Terrorismus) zu entwickeln und zu verbreiten.

#### Spontanhelferkonzepte etablieren

Es ist sinnvoll, konkrete Spontanhelferkonzepte in der Organisation zu etablieren, welche eine bestmögliche Kanalisierung des damit verbundenen Potentials ermöglicht und den Einsatzkräften hierbei spezifische Rollen zuweist.

#### Potentielle Langzeiteffekte bei Einsatzkräften untersuchen

Es wird empfohlen, zu untersuchen, welche potentiellen Langzeiteffekte bei Rettungskräften (wie Critical Incident Stress Reactions (CISR) oder Post Traumatic Stress Disorder (PTSD)) nach besonders belastenden Einsätzen (gerade auch terroristischen Anschlägen) auftreten können und wie diesen effektiv begegnet werden kann.

#### Lagespezifische Außenkommunikation der BOS verbessern

Es werden Absprachen mit der Polizei (und ggf. mit anderen BOS) über inhaltliche Zielrichtlinien der Kommunikation und über die lagespezifische Kommunikationshoheit gegenüber der Öffentlichkeit empfohlen.

#### Material zur Krisenkommunikation in der Lageabwicklung einsetzen

Es empfiehlt sich der Einsatz von vorgefertigten Materialien, z. B. von Meldekarten zum Abhaken bzw. Ausfüllen oder einem festen Fragenkatalog mit Piktogrammen für den Austausch und die Validierung von Informationen mit den Betroffenen.

#### Eigenen Abschnitt Kommunikation einrichten

Bei größeren Lagen wird ein eigener Abschnitt Kommunikation in der Lageabwicklung, der durch einen Pressesprecher geleitet wird und die Kommunikation an Betroffene, Unbeteiligte und die Presse koordiniert, empfohlen.

#### Richtlinien für Außenkommunikation mit der unbeteiligten Bevölkerung entwickeln

Es wird empfohlen, allgemeine Handlungsrichtlinien für die Einsatzkräfte vor Ort über die Weitergabe von Informationen an die Bevölkerung im Einsatz zu entwickeln bzw. vorhandene Richtlinien auf ihre Umsetzbarkeit hin zu überprüfen.

#### Mehrsprachige Informationskampagnen durchführen

Im Dialog mit der Bevölkerung kann eine einsatzunabhängige mehrsprachige Informationskampagne über die Arbeit und die Rolle der BFW helfen, ein Verständnis für die BFW und ihr Agieren zu vermitteln.

Einsatzkräfte in Bezug auf die Bevölkerung sensibilisieren

Es wird empfohlen, die Einsatzkräfte für die unterschiedlichen Wahrnehmungen der Feuerwehrrarbeit und damit verbundener möglicherweise unerwarteter Verhaltensweisen in der Bevölkerung zu sensibilisieren.

Strukturelle Verbesserungen im Stab Kommunikation vornehmen

Es sollten strukturell personelle Verbesserungen im Stab Kommunikation (Bereich Pressesprecher und Social Media) vorgenommen werden.

Richtlinien für den Umgang mit Social Media erarbeiten

Es wird empfohlen, grundlegende Richtlinien für die inhaltliche Gestaltung und das Wording der Social Media Nachrichten zu erarbeiten. Ergänzend können v. a. bei größeren Lagen gesonderte Einsatzdienste für das Social Media Monitoring hilfreich sein.

Austausch mit Bahnbetreiber initiieren

Ein Austausch mit den Bahnbetreibern über die Kommunikation lagespezifischer Verhaltenshinweise an Betroffene bzw. Fahrgäste in der Lage wird empfohlen.

Kommunikation zwischen Bahnbetreiber und Feuerwehr verbessern

Es wird empfohlen die Vernetzung bzw. Formalisierung im Bereich der Informationsweitergabe mit der Sicherheitsleitstelle der Bahnbetreiber im Zuge der Einsatzabwicklung zu intensivieren. Dies könnte z. B. durch einen Austausch der wichtigsten Informationen als Vordruck für die Bahnbetreiber und die BFW erfolgen.

Informationskampagne zur Vorabsensibilisierung durchführen

Eine gemeinsame Informationskampagne der Bahnbetreiber und der Feuerwehr zur Vorabsensibilisierung der Fahrgäste ist in Betracht zu ziehen.

Im Rahmen eines Workshops sollten bisherige Ergebnisse und deren mögliche Übertragbarkeit auf bestehende Aus- und Fortbildungskonzepte, deren mögliche Weiterentwicklung und damit einhergehende Herausforderungen mit Experten diskutiert werden. Des Weiteren fand ein Austausch über bestehende Taktiken zu Einsätzen in unterirdischen Verkehrsanlagen (UVA) statt.

Expertenworkshop zum Thema Einsatztaktik und Ausbildungskonzepte für unterirdische Verkehrsanlagen

Am 30. und 31.08.2018 wurde durch die BFW ein Expertenworkshop zum Thema Einsatztaktik und Ausbildungskonzepte für UVA durchgeführt. Hier konnten zunächst die bisherigen Ergebnisse im Forschungsprojekt SenSE4Metro präsentiert werden. Am Workshop teilgenommen haben Vertreter verschiedener deutscher Berufsfeuerwehren sowie ein Tunnel-Experte der International Fire Academy (IFA) in der Schweiz.

## Erkenntnisse aus Expertenworkshop

Im Rahmen des Expertenworkshops wurde die Erstellung von Einsatzkonzepten für die Brandbekämpfung in UVA (hier im speziellen Schientunnel) besprochen. In diesem Prozess wurden Einflussfaktoren betrachtet und die wichtigsten gemeinsamen Schwerpunkte definiert:

- Rauchausbreitung / Belüftungskonzept
- Atemschutzgeräte und ein entsprechendes Sicherheitstrupp-Konzept
- Kommunikation / Informationsgewinnung
- Einsatztaktische Grundsätze

Bei der Betrachtung der Rauchausbreitung stellte sich heraus, dass es große bauliche und anlagentechnische Unterschiede bei den unterirdischen Bahnanlagen gibt und somit ein standardisiertes und auf verschiedene Bahnanlagen übertragbares Belüftungskonzept nicht zielführend ist. Ferner wurde deutlich, dass derzeit auch keine effektiven, individuellen Belüftungskonzepte existieren. Eine umfassende Kontrolle der betroffenen und angrenzenden Bereiche ist aktuell der allgemeine Ansatz, der beim Expertenworkshop vertretenen Feuerwehren. Die praktische Umsetzung hingegen ist divers und umfasst technische Möglichkeiten, das Entsenden von Verbindungsbeamten oder das Kontrollieren benachbarter Bereiche durch feuerwehrtechnische Einheiten.

Auch die Art der verwendeten Atemschutzgeräte variiert zwischen den Feuerwehren. Während alle Feuerwehren in der Anfangsphase des Einsatzes Behältergeräten mit maximal 30-minütigen Nutzungsdauer einsetzen, werden im weiteren Verlauf zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt. Entweder werden Behältergeräte mit 60-minütiger Nutzungsdauer oder Kreislaufgeräte mit einer Nutzungsdauer von bis zu zwei Stunden verwendet. Folglich unterscheiden sich auch die eingesetzten Sicherheitstrupps und ihrer Personalstärke und technischen Ausstattung.

Die Einsatzstellenkommunikation unterscheidet sich darin, dass je nach Feuerwehr entweder noch analoge Funktechnik oder bereits digitale Funktechnik verwendet wird. Auch bei der Informationsgewinnung werden diverse unterschiedliche technische Geräte und Informationsgewinnungs-Softwares verwendet. Feuerwehrübergreifend war die Erkenntnis die Kommunikationskultur zu verbessern. Hierbei wurden insbesondere die Quittierung von Aufträgen, die Erstellung eines einheitlichen Lagebildes und die Verwendung einer einheitlichen Terminologie genannt.

In Bezug auf die taktischen Grundsätze stellte sich heraus, dass alle teilnehmenden Feuerwehren die Nutzung von zwei voneinander unabhängigen Angriffswegen praktizieren. Ferner ihre Einsatzpläne möglichst kurz und knapp gestalten und eine einheitliche Terminologie in diesen anstreben. Zusätzlich findet das taktische Credo der Tunnelbrandbekämpfung „Löschen zur Rettung“ bei einem Großteil der teilnehmenden Feuerwehren Anwendung.

## Erkanntes Verbesserungspotential

Im Rahmen des Expertenworkshops stellten alle vertretenen Feuerwehren einheitlich fest, dass die Tunnelbrandbekämpfung in UVA ein sehr komplexes Thema ist, welches sich nicht im Rahmen eines Workshops abschließend erörtern lässt. Aus diesem Grund wurde eine weiterführende Zusammenarbeit allseits als zielführend erachtet. Wichtige Punkte einer zukünftigen Zusammenarbeit wurden wie folgt beschrieben:

- Regelmäßiger Austausch nach realen Einsätzen oder durchgeführten Großübungen, damit alle Feuerwehren über den gleichen Wissenstand verfügen („Lessons learned“)
- Intensivere Einbeziehung des Vorbeugenden Brandschutzes
- Definition von Standards für Einsätze in UVA und hierbei eine mögliche Generalisierung bzw. Erweiterung auf z. B. Straßentunnel und Tiefgaragen

## 1.7 AP-Nr. 7 „Evaluierung der Ergebnisse der experimentellen Untersuchung“

Ziel von AP-Nr. 7 „Evaluierung der Ergebnisse der experimentellen Untersuchung“ unter Federführung des BIGS war es, die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen des AP 5 zu evaluieren und anschließend gemeinsam mit der Berliner Feuerwehr zu erörtern.

Bei der Planung der Experimente mit verschiedenen Gruppen und in verschiedenen Ländern wurden einige technische Fragen aufgeworfen, die die Forschungsergebnisse beeinflussen könnten. Dazu gehörte bspw., ob Feuerwehrleute auf die Anreize in den Verhaltensuntersuchungen reagieren, ob das „priming“ effektiv ist und ob die ausgewählten Spiele von den Teilnehmern ausreichend verstanden werden.

Um also sicherzustellen, dass die Experimente optimal ablaufen und verlässliche Ergebnisse liefern, wurde in diesem AP ein Pilotversuch durchgeführt.

Gemeinsam mit dem BIGS hat die BFW Anfang 2016 einen Pilotversuch durchgeführt. Dieser wurde quantitativ auf Datenqualität untersucht, während durch qualitative Interviews mit Teilnehmern die individuelle Verhaltensmotivationen, Effektivität des „priming“ etc. bewertet wurden. Es stellte sich heraus, dass es bei der Gestaltung der Methodik bzw. an den Abläufen der Spiele keiner Änderungen bedarf. Somit konnten die Experimente, wie unter AP 5 beschrieben, durchgeführt werden.

### Nachbereitung

Um zu prüfen, ob das Verhalten der Einsatzkräfte möglicherweise durch vorangegangene Einsätze am Tag der Teilnahme beeinflusst wurde, wurden sehr umfangreiche Datensätze aus dem Einsatzleitsystem der BFW analysiert und alle Einsätze von allen beteiligten Wachen für die entsprechenden Schichten begutachtet. Ziel war es, alle Einsätze herauszufiltern, die eine hohe Belastung der Einsatzkräfte hätten hervorrufen können.

### Auswertung

Im Folgenden werden einige Ergebnisse der Auswertung zusammengefasst dargestellt, die für die BFW besonders interessant sind.



Es hat sich gezeigt, dass sowohl die deutschen als auch die indischen Feuerwehrleute ein überdurchschnittlich ausgeprägtes Sozialverhalten aufweisen. Besonders interessant bei diesem Aspekt ist, dass die beteiligten Feuerwehrleute im Schnitt mehr ihres zugeteilten Betrages spendeten, wenn sie gebeten wurden, am Ende ihrer Schicht an den Experimenten teilzunehmen.

Die Angehörigen der freiwilligen Feuerwehr Berlin spendeten insgesamt am meisten, verhielten sich also am altruistischsten, gefolgt von der Berliner Berufsfeuerwehrleuten und den indischen Kollegen. Die Teilnehmer, die keiner Feuerwehr angehören hingegen spendeten sowohl in Deutschland als auch in Indien weniger, wenn sie gegen Ende ihres Arbeitstags an den Experimenten teilnahmen. Dies kann darauf hin deuten, dass Feuerwehrleute als Folge ihres Arbeitstages altruistischer werden und möglicherweise mehr Zufriedenheit im Job empfinden. Die o. g. Nachbereitung bzw. Analyse der der Teilnahme vorangegangenen Einsätze deutete nicht darauf hin, dass dieses Sozialverhalten auf besonders traumatische Ereignisse zurückzuführen ist. Das Niveau des Altruismus erhöhte sich also durch den „normalen“ Arbeitsalltag.

Wie unter AP 5 beschrieben, wurde ein Teil der Feuerwehrleute an Einsatzprotokolle der eigenen Feuerwehr erinnert, während dies bei den anderen nicht der Fall war. Dadurch sollte festgestellt werden, ob Erinnerungen an das Einsatzgeschehen die Kooperation und Koordinationsbereitschaft erhöhen und ob dabei kulturelle Unterschiede erkennbar sind. Im Rahmen der durchgeführten Experimente hatte dieses „priming“ jedoch keinen Einfluss auf das Sozialverhalten der Feuerwehrleute. Entsprechend konnten keine praktischen Implikationen für die Einsatzfähigkeit abgeleitet werden.

Besonders interessant war außerdem, dass die individuellen sozio-ökonomischen und demographischen Faktoren (wie Alter, Familiengröße, Bildungsstand), die durch das Ausfüllen eines Fragebogens erfasst wurden, keinen Einfluss auf das Sozialverhalten der Feuerwehrleute hatten. Dadurch kann angenommen werden, dass die Organisation und die Arbeit bei der Feuerwehr ihre Angehörigen in dieser Hinsicht zu einem großen Maße formt bzw. Einfluss auf ihr Sozialverhalten hat.

Diese Erkenntnisse können künftig bei der Mitgliederanwerbung genutzt werden und dabei helfen, gezielt bestimmte Personengruppen anzusprechen. Dazu könnten bspw. die Bevölkerungsgruppe der sog. Generation Y, also Menschen, die zwischen 1985 und 2000 geboren wurden, zählen, die im besonderen Maße nach Sinn in ihrem Beruf sucht und mit diesem einen positiven Einfluss auf die Gesellschaft haben möchte.

Eine ausführliche Auswertung und Aufbereitung der gewonnenen Daten ist im Abschlussbericht des BIGS zu finden.

## 1.8 AP-Nr. 8 „Integration der Prozesse/Technologien/Methoden für einen Feldversuch“

Ziel der BFW im AP 8 war eine erfolgreiche Integration der für die operativen Einsatzabläufe relevanten Informationsauswertung. D. h., es war insbesondere darauf zu achten, dass die für die Sicherheit und den Erfolg des Einsatzes notwendigen Informationen durch das Sensor-Netzwerk ermittelt, ausgewertet und an die Rettungskräfte weitergegeben werden.

Die Berliner Feuerwehr hat sich an der Entwicklung der Benutzer-Oberfläche vor allem durch Erprobung / Rückmeldung über Informationsbedarfe eingebracht.

Hauptziel bzw. -anspruch der BFW an den Demonstrator war es, dass dieser eine Unterstützung bietet, eine jeweilige Lage frühzeitig(er), also bereits während der Anfahrt zum Einsatzort, besser einschätzen zu können. Dadurch, dass schon frühzeitig Informationen, bspw. zur Ausbreitungsrichtung von Rauch, erkennbar sind, kann das Aufgebot der alarmierten Einsatzmittel angepasst werden.

Damit dies ermöglicht wird, ist es wichtig, dass die zusätzliche Nutzung eine möglichst geringe Hürde darstellt.

### Wichtige Kriterien

Um dies zu gewährleisten, wurden einige Kriterien aufgestellt, die bei der Entwicklung der Oberfläche zu berücksichtigen waren:

- Einfaches Einloggen
- Übermittlung von Daten in Echtzeit
- Intuitive Bedienung
- Leichte Verständlichkeit
- Detailliertes Kartenmaterial
- Anzeige detaillierter/spezifischer Infos zu vers. Sensordaten bei Bedarf
- Übersichtliche und grafisch unterstützte Bedienfläche

Um Rückmeldung zum aktuellen Entwicklungsstand zu bekommen bzw. geben zu können, wurden regelmäßig Einschätzungen/Beurteilungen von verschiedenen Einsatzkräften der BFW eingeholt. Über einen von ITC bereitgestellten Gastzugang deren Plattform („IRIS“) konnte dafür stets auf den aktuellen Stand der Software zugegriffen werden.

Da dies eine bewährte Art der Abstufung bzw. Darstellung ist, wurde von der BFW bspw. vorgeschlagen, die Darstellung der Sensormesswerte mithilfe eines Ampelsystems umzusetzen. Für die die Temperatur-Sensoren bedeutete dies

Grün = < 50° Grad Celsius

Gelb = 50-99° Grad Celsius

Rot = > 99° Grad Celsius

Bei den Rauch-Sensoren ist ausschlaggebend, ob Rauch gemessen wird, oder nicht. Dementsprechend gab es nur die Werte „Rauch“ und „kein Rauch“.

Wichtig jedoch ist, auf welcher Höhe sich der Rauch befindet. Hier wurde vorgeschlagen, dass Messwerte von zwei verschiedenen vertikalen Positionen gemessen bzw. dargestellt werden: An der Deckenhöhe und auf Kopf-/Augenhöhe. Meldet nur der obere der beiden Sensoren Rauch, so entspricht dies der Alarmstufe „Gelb“. Schlägt der untere Sensor an, so entspricht dies der Alarmstufe „Rot“. Auf dem Kartenhintergrund konnten also pro Position zwei Rauchsensoren mit einem Symbol dargestellt werden.

#### Praktische Erprobung / Einbindung in den Feldversuch

Da im Rahmen des Feldversuchs (natürlich) keine echte Explosion ausgelöst und kein echter Brand gelegt, sondern diese nur simuliert werden konnten, mussten auch die Messungen der Sensoren simuliert werden. Zwar wurde mit Theaternebel gearbeitet, doch da davon auszugehen war, dass sich dieser erfahrungsgemäß nicht so verhalten wird, wie es echter Rauch im Brandfall tut, wurde hier letztlich nur die Software (ohne das Sensornetzwerk) getestet.

Im Rahmen der Planungen für den Feldversuch wurde durch die BFW eine Art Messwerte-Drehbuch für die Temperatur- und Rauchsensoren erstellt, um einen realistischen Verlauf des Brandes bzw. Ausbreitung des Rauches darzustellen.

Es wurde davon ausgegangen, dass in dem betroffenen Streckenabschnitt sieben Sensorknoten installiert sind.

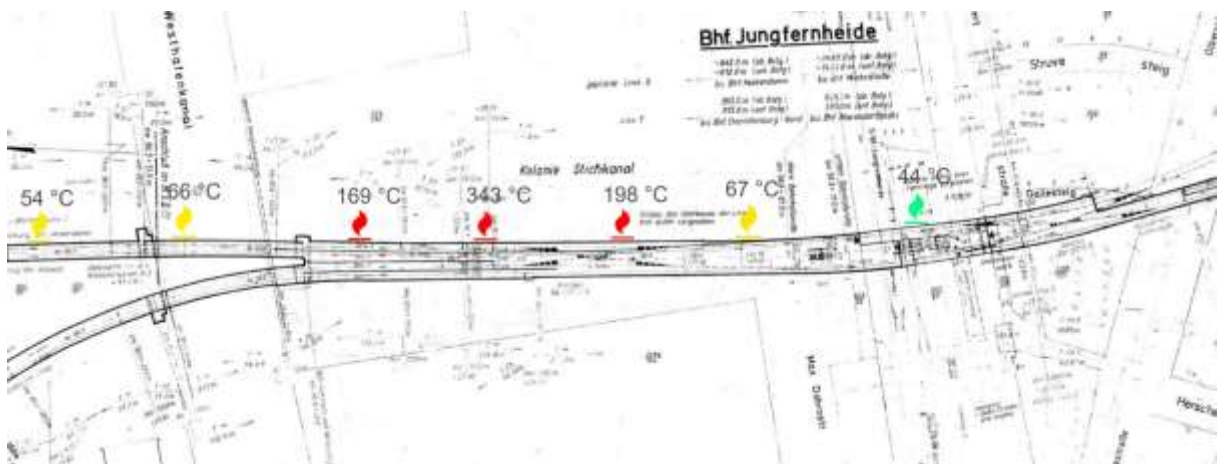


Abbildung 10: Simulierte Sensorknoten im betroffenen Streckenabschnitt (Quelle: ITC)

Passend zum Drehbuch (siehe AP 9) wurden für alle diese Sensorknotenpunkte Messwerte für zehn unterschiedliche Zeiten festgelegt. Durch diese vorgegebene Entwicklung der Temperatur- und Rauch-Messwerte konnte, wie bereits erwähnt, nicht nur ein realistischer Verlauf, sondern auch ein stetiger Wechsel der farblichen Darstellung der Sensoren gewährleistet werden.

Generell wurde bei der Erstellung der Messwert-Tabelle angenommen, dass die Einsatzkräfte aufgrund erster Positionen mit Alarmstufen das Feuer von der Haltestelle Jungfernhöhe (südlich) aus bekämpfen und die Menschenrettung über den Notausgang im Norden erfolgt.

Hätte der Feldversuch einen unvorhergesehenen Verlauf genommen, so hätte dennoch die Möglichkeit bestanden, die Werte in der laufenden Übung entsprechend anzupassen.

## Festlegung der Mess-/Grenzwerte

<b>Messwerte</b>				
Zeit	Sensor	Temp.	Farbe	Rauch
1 = Oben (Notausgang)				
7 = Unten (Bahnhof)				
<b>10:38</b>	1	35 °C	Grün	Grün
	2	48 °C	Grün	Gelb
	3	70 °C	Gelb	Gelb
	4	100 °C	Rot	Rot
	5	50 °C	Gelb	Gelb
	6	40 °C	Grün	Gelb
	7	30 °C	Grün	Gelb
<b>10:42</b>	1	37 °C	Grün	Grün
	2	55 °C	Gelb	Gelb
	3	100 °C	Rot	Rot
	4	210 °C	Rot	Rot
	5	100 °C	Rot	Rot
	6	40 °C	Grün	Gelb
	7	35 °C	Grün	Gelb
<b>10:50</b>	1	42 °C	Grün	Grün
	2	61 °C	Gelb	Gelb
	3	150 °C	Rot	Rot
	4	350 °C	Rot	Rot
	5	203 °C	Rot	Rot
	6	65 °C	Gelb	Rot
	7	50 °C	Gelb	Rot
<b>11:00</b>	1	61 °C	Gelb	Gelb
	2	80 °C	Gelb	Gelb
	3	208 °C	Rot	Rot
	4	480 °C	Rot	Rot
	5	280 °C	Rot	Rot
	6	85 °C	Gelb	Rot
	7	59 °C	Gelb	Rot
<b>11:10</b>	1	64 °C	Gelb	Gelb
	2	85 °C	Gelb	Rot
	3	215 °C	Rot	Rot
	4	600 °C	Rot	Rot
	5	340 °C	Rot	Rot
	6	100 °C	Rot	Rot
	7	65 °C	Gelb	Rot
<b>11:20</b>	1	47 °C	Grün	Grün
	2	55 °C	Gelb	Gelb
	3	140 °C	Rot	Rot
	4	300 °C	Rot	Rot
	5	160 °C	Rot	Rot
	6	59 °C	Gelb	Rot
	7	48 °C	Gelb	Rot
<b>11:30</b>	1	35 °C	Grün	Grün
	2	45 °C	Grün	Grün
	3	75 °C	Gelb	Gelb
	4	195 °C	Rot	Rot
	5	160 °C	Rot	Gelb
	6	59 °C	Gelb	Gelb
	7	40 °C	Grün	Gelb
<b>12:10</b>	1	30 °C	Grün	Grün
	2	33 °C	Grün	Grün
	3	56 °C	Gelb	Gelb
	4	120 °C	Rot	Gelb
	5	59 °C	Gelb	Gelb
	6	45 °C	Grün	Gelb
	7	35 °C	Grün	Gelb
<b>13:00</b>	1	25 °C	Grün	Grün
	2	27 °C	Grün	Grün
	3	45 °C	Grün	Grün
	4	59 °C	Gelb	Grün
	5	47 °C	Grün	Gelb
	6	30 °C	Grün	Gelb
	7	25 °C	Grün	Gelb
<b>13:30</b>	1	25 °C	Grün	Grün
	2	27 °C	Grün	Grün
	3	28 °C	Grün	Grün
	4	35 °C	Grün	Grün
	5	29 °C	Grün	Grün
	6	25 °C	Grün	Grün
	7	25 °C	Grün	Gelb

Abbildung 11: Simulierte Messwerte im betroffenen Streckenabschnitt



Abbildung 12: Simulierte Sensorknoten im Verlauf des Feldversuches

### 1.9 AP-Nr. 9 „Feldversuch in einem U-Bahntunnel“

Der Feldversuch wurde von der BFW organisiert und fand am 07. Oktober 2018 am U-Bahnhof Jungfernheide in Berlin statt.

#### Allgemeine Vorbereitung

Die Planungen gingen mit sehr zeitintensiven, umfangreichen Vorbereitungen einher. Sowohl mit zahlreichen internen Abteilungen als auch mit diversen extern Partnern und Institutionen galt es unzählige Vorbesprechungen und diverse Vergabeverfahren durchzuführen.

Eine besonders umfangreiche Zusammenarbeit war insbesondere mit der BVG notwendig. Diverse Vorbereitungs- und Abstimmungstreffen, Begehungen des U-Bahngeländes, Funktests etc. wurden in den Wochen und Monaten vor dem Feldversuch durch die BFW organisiert.

Durch intensiven Austausch konnte bspw. außerdem ermöglicht werden eine Nutzungserlaubnis diverser Räumlichkeiten bzw. Liegenschaften auf dem Gelände der BioTech GmbH zu vereinbaren. Dies war zum einen von großer Bedeutung, da sich auf dem Gelände der Notausstieg, dessen Nutzung grundlegender Bestandteil der Übung darstellen sollte, befindet. Andererseits wäre aufgrund mangelnder Alternativen eine Gästebetreuung in unmittelbarer Nähe zum Übungsgeschehen nicht möglich gewesen.

Ebenfalls intensive Vorbereitungen waren mit der Firma notwendig, die im Rahmen eines öffentlichen Vergabeverfahrens den Zuschlag für die filmische Dokumentation bzw. Videoübertragung der Übung in den Gästeraum erhalten hat. So mussten abermals Geländebegehungen, Techniktests durchgeführt, Detailabsprachen zum Drehbuch und Verlauf des Feldversuches, einsatztaktischen Besonderheiten usw. besprochen werden.

Besonders herausfordernd war es, genügend Feuerwehreinsatzkräfte und Fahrzeuge für den Übungstag zu akquirieren, um die vorgesehene Einsatztaktik realistisch abzubilden. Zur Vorbereitung wurden vom Projektteam Vorbereitungs- und Schulungstreffen an verschiedenen Wachen der Freiwilligen Feuerwehr durchgeführt.

### Szenario / Drehbuch

Von grundlegender Bedeutung war die Erstellung eines Szenarios bzw. Drehbuches. Aufbauend auf dem in AP 1 definierten Szenario, wurde das Drehbuch für den Feldversuch, unter Berücksichtigung realer Zeitumfänge für gewisse einsatztaktische Maßnahmen, ausformuliert. Dieses bildete die Grundlage für den Feldversuch bzw. die Großübung und ist ausführlich im Anhang zu finden.

Um auch die Zusammenarbeit und somit die Kommunikation über verschiedene Führungsebene hinweg beobachten und analysieren zu können, wurde auch ein Krisenstab in die Übung eingebunden. Dieser befand sich im Krisenstabraum der BFW und wurde durch eine separate Übungsleitung, auf Grundlage eines, ebenfalls im Anhang beigefügten, Drehbuches bespielt. Um möglichst realistische Zeitfenster abzubilden und den Stab über eine Einsatzdauer von etwa vier Stunden adäquat einzusetzen, erfolgte die Alarmierung bereits vor Beginn des eigentlichen, zuvor beschriebenen Übungsszenarios. Das heißt, der Stab befand sich aufgrund eines anderen Ereignisses (Bombenentschärfung) bereits im Krisenstabraum, als die Lage am U-Bahnhof bekannt wurde. Zudem mussten auch weitere Geschehnisse, die zeitgleich in der Stadt zu verzeichnen waren, berücksichtigt werden.

### Verletztendarsteller

Um eine möglichst realistische Übungsumgebung gewährleisten zu können, wurden zahlreiche Verletztendarsteller eingesetzt. Den Geschehnissen des Szenarios entsprechend, wurden im Vorfeld verschiedene Verletztenmuster definiert, beschrieben und den Kollegen der Realistische Unfall- und Notfalldarstellung (RUND) bereitgestellt.

### Übersicht Verletztenmuster

Anzahl	Sichtungskategorie	Verletzungsmuster
3 (10%)	I – rot	Verschiedene schwere Weichteilverletzungen, Verbrennungen und Knalltraumen
9 (30%)	II – gelb	Verschiedene mittlere Weichteilverletzungen, Verbrennungen und Knalltraumen
18 (60%)	III – grün	Verschiedene leichte Weichteilverletzungen, Verbrennungen und Knalltraumen

### Übersicht Teilnehmer

An dem Feldversuch waren über 100 Einsatzkräfte der Berufs- und der Freiwilligen Feuerwehr, ein Führungsstab, die genannten Verletztendarsteller, Kameraden des Deutschen Roten Kreuzes sowie Mitarbeiter der BVG beteiligt. Darüber hinaus waren ein großes Organisationsteam, zahlreiche

Übungsbeobachter, insbesondere der AKFS, nationale und internationale Gäste und Experten von anderen deutschen Feuerwehren und Katastrophenschutzorganisationen vor Ort.

#### Einsatz des Sensorsystems

Wie unter AP 8 beschrieben, wurde das Sensorsystem bzw. die entsprechende Nutzeroberfläche im Rahmen des Feldversuches eingebunden und erprobt. Die Anwendung/Nutzung erfolgte auf dem bei der BFW standardmäßig eingesetzten iPads. Dies erschien am sinnvollsten, da so auf bereits etablierte Einsatzmittel zurückgegriffen werden konnte.

Für den Einsatzleiter war es so möglich, schon während der Anfahrt eine bessere Einschätzung über den Einsatzort vornehmen zu können.



*Abbildung 13: Nutzung des Demonstrators im Rahmen der Großübung im Oktober 2018*

Die iPad-Oberfläche wurde im Gästeraum auf der dort angebrachten Leinwand übertragen, sodass sie auch den anwesenden Gästen präsentiert werden und diese den Verlauf der simulierten Rauch- und Feuerausbreitung verfolgen konnten. Zudem wurde so ein Überblick über die Funktionsweise vermittelt.

## 1.10 AP-Nr. 10 „Dokumentation, Dissemination“

Für die Website der Berliner Feuerwehr wurde bereits zu Beginn eine Informationsseite über das Projekt eingestellt. Zudem wurde über die Übung im Oktober 2018 ein Bericht veröffentlicht, welcher auf der Startseite der Website zu sehen war.

Neben der Online-Präsenz wurde SenSE4Metro auch bei dem zentralen Tag der offenen Tür der Berliner Feuerwehr in den Jahren 2017 und 2018 präsentiert und die Inhalte und Ziele so interessierten Bürgern nähergebracht. Dazu wurde u. a. ein Fragespiel entwickelt, um mit Besuchern zu der Thematik ins Gespräch zu kommen.

Um mit verschiedenen Experten ins Gespräch zu kommen und sich mit diesen den Fachdialog zu suchen, hat die Berliner Feuerwehr u. a. am 3. und 4. BMBF-Innovationsforum und an den Europäischen Katastrophenschutzkongressen, die in der Projektlaufzeit stattfanden, teilgenommen. Hier lag der Fokus in erster Linie auf der Repräsentation des Projektes und der Förderung der aktiven Vernetzung innerhalb der Fachwelt.

Know-How aus Erfahrungen bisheriger Einsätze konnten zum Erreichen der Ziele eingebracht werden. Auf internen und externen Veranstaltungen, Tagungen und Messen wurden Kurzeinführungen in das Projekt gegeben und mit Experten diskutiert. Dies geschah bspw. im Rahmen der Smart City Convention im November 2018 in Berlin und dem Leistellenkongress 2019.

Erarbeitete Lösungsansätze zu Kommunikations- und Kooperationsprozessen wurden auch auf internen Veranstaltungen zahlreichen Führungskräften der Berliner Feuerwehr vorgestellt, um so gewonnene Erkenntnisse auch intern zu verbreiten.

## 2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Seitens der Berliner Feuerwehr wurden wissenschaftliche Mitarbeiter und Projektmitarbeiter für die Bearbeitung des Teilvorhabens eingestellt. Zusätzlich wurden die personellen Ressourcen in der Anfangszeit durch studentische Honorarkräfte ergänzt.

Neben den Personalkosten entstanden mit Abstand die höchsten Ausgaben für die Vergabe von zwei Unteraufträgen an die AKFS sowie die Durchführung der Großübung.

## 3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Förderung war notwendig, da die erforderlichen Mittel durch den Berliner Landeshaushalt nicht zur Verfügung standen und die Teilnahme an dem Forschungsvorhaben sonst nicht leistbar gewesen wäre. Die Begleitung und Durchführung von Forschung ist weder als originäre Aufgabe der Berliner Feuerwehr vorgesehen, noch im Rahmen der zur Grundfinanzierung zur Verfügung stehenden Mittel möglich.



Mit der Teilnahme an dem Projekt konnten auf Seiten der Berliner Feuerwehr wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, wie die Vorbereitung auf und die Sicherheit während komplexer Notfallsituationen in unterirdischen Verkehrsanlagen verbessert werden können.

Die Verwendung der zur Verfügung gestellten Mittel erfolgte nach den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit und des verantwortungsvollen Umgangs mit vorhandenen Ressourcen.

#### 4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die erarbeiteten Forschungsergebnisse stoßen insbesondere im Rahmen der aktuellen Digitalisierungsstrategien auf großes Interesse bei Fachvertretern, was sich z. B. an Anfragen (z. B. zu einem Vortrag auf der Smart Country Convention, dem Leitstellenkongress oder im Rahmen von Fortbildungen für Führungskräfte der Berliner Feuerwehr), auf den besuchten Messen und Veranstaltungen und während des Expertenworkshops gezeigt hat.

Durch die großen Lerneffekte, die durch die detaillierte Evaluierung der zuvor beschriebenen Übungen erzielt werden konnten, soll intern ein Evaluierungskonzept erarbeitet werden.

Die durch Auswertung der Übungen gewonnenen Erkenntnisse haben Kollegen der Berliner Feuerwehr- und Rettungsdienst Akademie (BFRA) dazu angeregt, diese in eine bestehende Sonder-Einsatz-Regel (SER) sowie Schulungsmaterialien zum Thema „Brand 4 und UVA“ einfließen zu lassen und somit fortan die Ausbildung in Bezug auf Einsätze in UVA zu verbessern.

Zudem wird, gemeinsam mit Kollegen der BFRA, geprüft, ob ein Ausbau der im Rahmen des Projektes erstmalig durchgeführten Kommunikationsübung umsetzbar ist, um die wissenschaftlichen Erkenntnisse der AKFS regelhaft in die Fortbildung von Führungskräften einfließen zu lassen.

Insbesondere die durchgeführten Expertenworkshops haben ein hohes Interesse der Beteiligten an einem ständigen Austausch zu dem Thema gezeigt. Die Berliner Feuerwehr wird prüfen, inwieweit sie die koordinierende Rolle für ein internationales Expertennetzwerk übernehmen und einen regelmäßigen fachlichen Austausch gewährleisten kann.

Als eine direkte Folge des Projektes plant die Feuerwehr Hamburg mit der Berliner Feuerwehr einen einsatztaktischen Vergleich bei der Vorgehensweise zur Brandbekämpfung und Menschenrettung im Tunnel durchzuführen. Die entsprechenden Planungen für eine Veranstaltung an der Hamburger Feuerwehrakademie laufen bereits.

Die Berliner Feuerwehr plant den Aufbau einer internationalen Datenbank für größere Schadensereignisse in U-Bahnanlagen, um bei geringer Eintrittswahrscheinlichkeit entsprechender Szenarien von den Erfahrungen anderer zu profitieren und seine eigene Vorbereitung auf diese Ereignisse zu evaluieren und zu optimieren.

## 5. Während der Durchführung bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Der Berliner Feuerwehr sind während der Durchführung keine Ergebnisse Dritter auf dem Gebiet des Vorhabens bekannt geworden.

## 6. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Neben diesem Abschlussbericht sind die Ergebnisse des Forschungsprojektes seitens der BFW in folgenden Publikationen veröffentlicht worden:

Jahr	Veröffentlichung
2018	Kleinebrahn, A., Kleist, P.: „Das Projekt SenSE4Metro - Sensorbasiertes Sicherheits- und Notfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme im Katastrophenfall“. In: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb) (Hrsg.): Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz; Heft 2/2018, S. 114-115.
2018	Berliner Feuerwehr, Bereich Forschungsprojekte (Hrsg.): „SenSE4Metro – Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme“. Projektflyer der Berliner Feuerwehr im Forschungsprojekt SenSE4Metro.
2019	Kleinebrahn, A., Kleist, P.: „Forschung im Untergrund. Zeitgleicher Einsatz „über und unter Tage“: Von der Herausforderung, Informationen und Lagebilder nicht nur über verschiedene Führungsebenen hinweg kommunizieren zu müssen.“ In: Berliner Feuerwehr (Hrsg.): Jahresbericht 2018 der Berliner Feuerwehr, S. 98-99.
2019 (geplant)	Dittmer, C., Kleinebrahn, A., Kleist, P., Lorenz, D.: „Analyse der Kommunikation, Informationsweitergabe und Entscheidungsprozesse im Rahmen von Übungen“ (Arbeitstitel). In: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb) (Hrsg.): Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz; Heft 4/2019

Ein Freixemplar des Flyers ist dem Bericht angehängt.

## Anhang

Hier sind die ausführlichen Drehbücher zu finden, welche im Rahmen des Feldtests am 08.10.2018 als Grundlage der Gesamtübung (a) sowie der parallel durchgeführten Krisenstabsübung (b) dienten.

Drehbuch Gesamtübung:

*„Ein Sonntagvormittag im Frühherbst in Berlin, es ist sonnig und windstill bei 15 Grad Außentemperatur.*

*Die Berliner Feuerwehr war am frühen Morgen mit 150 Einsatzkräften unter Leitung des Führungsstabs in eine geplante Bombenentschärfung auf einer Baustelle in Berlin-Hellersdorf involviert. Um ca. 8:00 Uhr wurde die Evakuierung abgeschlossen und die Entschärfung der Bombe konnte gegen 10:00 Uhr erfolgreich durchgeführt werden. Die Absperrmaßnahmen werden derzeit aufgehoben und die Rückführung der evakuierten Anwohner läuft.*

*Um 10:30 Uhr warten am U-Bahnhof Jungfernheide auf der Ebene -2 mehrere Fahrgäste auf die von Norden kommende Bahn. Noch bevor sie die Lichtkegel der Scheinwerfer erblicken, hören sie einen Knall und bemerken danach eine leichte Rauchentwicklung im Bahnhof. Ein Fahrgast versucht über die Notrufsäule die BVG zu informieren.*

*In der BVG-Sicherheitsleitstelle bemerkt ein Mitarbeiter um 10:31 Uhr über die Videoüberwachung am U-Bahnhof Jungfernheide leichten Rauch im Bahnhofsbereich. Die Personen auf dem Bahnsteig sind irritiert, flüchten jedoch nicht sofort. Die Situation erscheint überschaubar und der Mitarbeiter geht von einem Kleinbrand im Bahnhof aus.*

*Daraufhin alarmiert die BVG-Leitstelle die Feuerwehr zum U-Bahnhof Jungfernheide, mit der Meldung leichte Rauchentwicklung im Bahnhofsbereich, vermutlich brennender Papierkorb. Die Feuerwehr-Leitstelle veranlasst um 10:33 Uhr eine Beschickung gemäß Einsatzkonzept „Brand 2“.*

*10:35 Uhr, inzwischen ist der BVG-Leitstelle bekannt, dass der Zug, der von Norden zum Bahnhof Jungfernheide unterwegs war, nicht an diesem angekommen ist. Es wird daher ein Defekt am Zug vermutet. Die Information soll auch an die Feuerwehr weitergegeben werden. Zudem gibt es Meldungen über die Notrufsäulen am Bahnhof, die ein Verrauchen des gesamten Bahnhofs bestätigen.*

*In der Leitstelle der Feuerwehr Zudem werden mehr und mehr Anrufe von Passanten am Bahnhof entgegengenommen, aufgrund der Lageschilderung erhöht die Leitstelle von sich aus um 10:36 Uhr auf „Brand 4 + Brand UVA“ (Brandbekämpfung im Bahnhof).*

*Um 10:38 Uhr treffen die ersten Einsatzkräfte – ein Löschhilfeleistungsfahrzeuge (LHF) und eine Drehleiter (DL) – am Bahnhof Jungfernheide ein. Der Staffelführer des ersten LHF gibt sich mit 1 Trupp unter PA zur Lageerkundung in den U-Bahnhof. Auf der Ebene -2 stellen sie eine starke Rauchentwicklung aus dem Tunnel heraus fest, auch der Bahnhofsbereich ist verraucht. Fünf Personen mit Atembeschwerden befinden sich hustend auf dem Bahnsteig, sind jedoch gehfähig.*

Zeitgleich kontrolliert mitalarmierte der C-Dienst (C1) auf der Anfahrt zum Einsatzort über das Tablet die von einem Sensorsystem im betreffenden Tunnelbereich erfassten Daten. Er stellt fest, dass ein Zug ca. 200 m vor dem Bahnhof zum Stehen gekommen ist und mehrere Rauchmelder an der Tunneldecke bis zum Bahnhof angeschlagen haben. Zudem geben bereits erste Hitzemelder am Standort des Zuges Alarm. Auf Grundlage dieser weitreichenden Erkundungsergebnisse kontaktiert er bereits vor Eintreffen die Leitstelle und veranlasst um 10:39 Uhr eine Nachalarmierung auf „Brand 4 + BRAND Unterirdische Verkehrsanlage (UVA) 2“ (Brandbekämpfung im Bahntunnel) inklusive der Alarmierung des Modul MANV sowie der Belüftungskomponenten(virtuell) und Spezialfahrzeuge (virtuell, nur SW kommt real).

Der zu diesem Zeitpunkt wegen der Bombenentschärfung bereits im Stabsraum befindliche Führungsstab wird über den Einsatz in der U-Bahn informiert. Der Stabsleiter gibt an die Stabsmitglieder die Anweisung zunächst auch nach Abschluss der Bombenentschärfung vor Ort zu bleiben, um womöglich den Einsatz in der U-Bahn unterstützen zu können. Er selbst wird zunächst auch im Stab verbleiben und den Einsatz von dort aus verfolgen.

Im U-Bahnhof nimmt um 10:40 Uhr der erste Staffelführer über die Notrufsäule Kontakt mit der BVG auf und veranlasst die Strom- und Verkehrsabschaltung sowie das Einschalten der Tunnelbeleuchtung und wartet auf die Bestätigung. Die Einsatzkräfte begleiten die noch im Bahnhofsbereich befindlichen Personen nach oben, wo sie dem inzwischen eingetroffenen Rettungsdienst übergeben werden.

Die mitalarmierte Polizei (virtuell) hat inzwischen den Bahnhofsbereich auf Straßenebene sowie die U-Bahnhofebene -1 geräumt und abgesperrt.

Um 10:41 Uhr trifft der C-Dienst (C1) ein und informiert die schon vor Ort befindlichen Einsatzkräfte über die Lage im Tunnel (Position des Zuges, Rauchentwicklung und -intensität, Temperaturanstieg) und die bereits erfolgte Nachalarmierung. Der Führungsgehilfe des C-Dienstes gibt an die Staffelführer und Maschinisten Funkgeräte zur Nutzung mit den BVG Funkrufgruppen aus.

Gemäß Einsatzkonzept Brand UVA im Tunnel bereitet die Besatzung des ersten LHF um 10:42 Uhr die Wasserversorgung für den Löschangriff im Tunnel vor. Ihnen folgt die Besatzung des zweiten, gegen 10:40 Uhr eingetroffenen Löschhilfeleistungsfahrzeugs mit Langzeit-Pressluftatmer, um vom Bahnhof aus den Löschangriff in den Tunnel vorzunehmen. Sie nutzen dafür den B-Schlauchtragekorb des inzwischen eingetroffenen Schlauchwagens (SW) und die im Bahnhof befindliche Rettungslore. Die BVG bestätigt unterdessen die Strom- und Verkehrsabschaltung. Auf Anweisung der Einsatzleitung werden durch die Trupps im südlichen Bahnhofsbereich Kurzschließer gesetzt.

Um 10:45 Uhr trifft der B-Dienst ein, wird vom C-Dienst eingewiesen und übernimmt die Einsatzleitung. Gemeinsam mit dem C-Dienst entscheidet er als notwendigen zweiten Zugang in den U-Bahntunnel den Notausstieg nördlich des Bahnhofs einzurichten. Er teilt die Einsatzstelle in mehrere Einsatzabschnitte:

1. Einsatzabschnitt Bahnhof (unter der Leitung des C1; mit LHF-1, -2, -5, -6, DL, SW),

2. Einsatzabschnitt Notausstieg (unter der Leitung des C2; mit LHF-3, -4, -7, -8),
3. Einsatzabschnitt Medizinische Rettung (unter der Leitung des C3; mit GW-San, 3 RTW),
4. Einsatzabschnitt Bereitstellungsraum (LHF Bereitstellungsraum (virtuell)),
5. Einsatzabschnitt Kontrolle (unter der Leitung des C4 (virtuell/optional)).

Das nachfolgend ankommende dritte LHF 3 holt sich gegen 10:50 Uhr vom inzwischen auch eingetroffenen Rüstwagen (RW) (virtuell) des Technischen Dienstes einen Kurzschließer und wird dann vom B-Dienst direkt zum Notausstieg geschickt. Hier begibt sich der Staffelführer mit seinen zwei Trupps unter PA zur Erkundung und zum Setzen des Kurzschließers über den Notausstieg in den Tunnel. Unten ist der Tunnelbereich um die U-Bahnwagen stark verraucht und aufgeheizt. Schon am Ausgang zum Notausstieg kommen den Einsatzkräften 10 verletzte, stark hustende und verletzte Personen entgegen. Sie berichten von einer Explosion am Zug und zahlreichen Verletzten, während sie über den Notausstieg ins Freie geführt werden.

Ein gemäß Alarmierungskonzept BRAND 4 UVA zur Sicherheitsleitstelle der BVG entsandter C-Dienst (virtuell) nimmt dort um 10:55 Uhr seine Arbeit als Verbindungsbeamter auf, gibt Rückmeldungen zu den auf den Kamerabildern der BVG sichtbaren Geschehnissen und kontrolliert darüber auch die angrenzenden Bahnhöfe. Diese sind zum jetzigen Zeitpunkt allerdings rauchfrei und unauffällig.

Um 11:00 Uhr erreicht die Einsatzleitung über Funk die Rückmeldung, dass auch im Tunnelbereich nördlich des Zuges ein Kurzschließer gesetzt ist. Die LHF 1 und 2 beginnen anschließend vom Bahnhof aus mit dem Löschangriff aus südlicher Richtung. Im Stab wird nach einer Rückmeldung vom B-Dienst gemäß Krankenhausalarmplan eine Information und Kapazitätsanpassung veranlasst. Außerdem werden nach der Bombenentschärfung frei werdende Kräfte in Bereitschaft gehalten.

Während das LHF 4 zum Notausstieg fährt, unterstützen die als nächstes eintreffenden LHF 5 + 6 die LHF 1 und 2 am U-Bahnhof. Der C-Dienst (C2) übernimmt ab 11:05 Uhr die Führung am Einsatzabschnitt Notausstieg.

Ab 11:10 Uhr treffen am Notausstieg in kurzer Folge die LHF 7 und 8 sowie weitere Rettungswagen ein. Hier bereitet das LHF 3 bereits die Wasserversorgung für den Löschangriff vor. Die nun hinzukommenden Einsatzkräfte unterstützen die LHF 3 + 4, kümmern sich um die Verletzten und die Staffel des LHF 4 bereitet den Löschangriff am U-Bahn Zug von der nördlichen Seite her vor.

Gleichzeitig um 11:10 Uhr erreicht die Staffel des LHF 2 im Tunnel den Zug, der durch eine Explosion an einer Stelle aufgerissen wurde. Ein Folgebrand breitet sich immer weiter aus. Die Besatzungen der LHF 5 und 6 folgen ihnen, um zu unterstützen und nach Verletzten in den vorderen Zugteilen zu suchen.

Aufgrund der verschiedenen Rückmeldungen gibt der B-Dienst um 11:12 Uhr an alle Einsatzkräfte und den Stab die Lageänderung „Anschlagsverdacht“ durch und stimmt sich diesbezüglich mit der Polizei ab. Die Einsatzstelle soll sicherheitshalber auch auf Kontamination mit gefährlichen Stoffen kontrolliert werden, dieser Auftrag soll durch den Einsatzabschnitt 1 erledigt werden. Zusätzlich

wird entschieden, dass die Menschrettung über den Notausstieg fortgeführt werden soll, da der Rauch aufgrund des Wetters hauptsächlich über den Bahnhof abzieht. Die Abstimmung der Maßnahmen läuft zwischen den Einsatzabschnitten 1 und 2 in Abstimmung mit dem B-Dienst.

Ab 11:15 Uhr übernehmen auch die weiteren, anderen Einsatzstelle eingetroffenen C-Dienste C3 und C4 (C4 nur virtuell) die Führungsaufgaben in den Einsatzabschnitten. Gleichzeitig wird im Stab auf die Lageänderung „Anschlagsverdacht“ reagiert und in enger Abstimmung mit der Polizei Folgemaßnahmen vorbereitet.

Nahe des Notausstiegs im Norden des U-Bahnhofs wird ab 11:20 Uhr durch die Rettungskräfte eine Patientenablage (geminderte MANV Komponente) eingerichtet. Zur selben Zeit geht hier die Staffel 7 in den Tunnel, um von der nördlichen Seite die Brandbekämpfung und Menschenrettung aufzunehmen. Sie werden im Verlauf durch weitere Staffeln unterstützt.

Durch einen schnellen Löscherfolg können die Einsatzkräfte im Tunnel bereits um 11:30 Uhr „Feuer unter Kontrolle“ melden. Anschließend widmen sich alle eingesetzten Kräfte im Tunnel der Rettung den Personen.

11:35 Uhr meldet ein zur Messung gefährlicher Stoffe eingesetzter Trupp im Einsatzabschnitt 1, dass mit den Messgeräten der Feuerwehr keine weiteren, außer den im Brandrauch üblichen Gefahrstoffen an der Einsatzstelle gemessen werden konnten.

Der B-Dienst erhält um 12:10 Uhr die Meldung, dass alle Überlebenden aus dem Tunnelbereich gerettet wurden. Insgesamt werden aus dem Tunnel, dem Bahnhofsbereich und dem Zug 18 leichtverletzte, ansprechbare und gefähige Personen, 9 schwerverletzte und nicht gefähige Personen sowie 3 schwerverletzte und nicht ansprechbare Personen gerettet und zur Behandlung an den Rettungsdienst bzw. den Behandlungsplatz übergeben.

Die Kräfte der Feuerwehr beginnen ab 13:00 Uhr damit, den Tunnel rauchfrei zu machen. Dies geschieht in Abstimmung der BVG durch Technik des Moduls „Be- und Entlüften“ (nur virtuell).

Um 13:15 Uhr wurden alle Verletzten von der Einsatzstelle abtransportiert. Die Feuerwehr beginnt mit den Aufräumarbeiten.

Der inzwischen fast rauchfreie Tunnelabschnitt kann um 13:30 Uhr an die Polizei für weitere Ermittlungstätigkeiten übergeben werden.“

Drehbuch / Einspielungen Stabsübung:

<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
<i>9:45</i>	<i>Lagevortrag</i>	<i>Fiktiver Lagevortrag - wird separat erstellt - zur Information über die bisherigen Maßnahmen (bzgl. Bombenentschärfung)</i>
<i>9:45</i>	<i>Meldung DWD</i>	<i>Aktuell sonnig, windstill, 15 Grad. Gegen Mittag leichter Regen möglich</i>
<i>9:55</i>	<i>Bombe entschärft</i>	<i>Rückmeldung ÖEL: Nach Rücksprache mit Kampfmittelräumdienst ist die Bombe erfolgreich entschärft. Die evakuierten Bewohner können zurück in ihre Wohnungen.</i>
<i>9:56</i>	<i>Meldung POL</i>	<i>Gegen 10:45 wird in Kreuzberg eine Demo stattfinden. Es werden zirka 500 Teilnehmer erwartet.</i>
<i>10:00</i>	<i>Meldung Örtliche Einsatzleitung (Bombenentschärfung)</i>	<i>Die Örtliche Einsatzleitung meldet, dass mit der Rückführung begonnen wird. Frage: Welche Einsatzkräfte/Mittel der HiOrgs stehen noch im Bereitstellungsraum?</i>
<i>10:01</i>	<i>Meldung POL</i>	<i>Polizei meldet: Die Absperrmaßnahmen in den betroffenen Bereichen werden in Abstimmung mit dem Ordnungsamt zurückgenommen, mit längeren Verkehrsbehinderungen ist nicht zu rechnen.</i>
<i>10:10</i>	<i>Meldung Lagedienst</i>	<i>Aktuell ein Brand 4 – Spandau. Nähere Infos folgen.</i>
<i>10:11</i>	<i>Anfrage Berliner Kurier</i>	<i>Die Pressestelle leitet eine Medienanfrage an den Stab weiter. Die Journalisten möchten gerne wissen, wie</i>

<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
		<p>die Entschärfung der Bombe in Marzahn gelaufen ist. Folgende Fragen sind explizit gestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie viele Einsatzkräfte haben mitgearbeitet?</li> <li>• Wie viele Anwohner wurden evakuiert?</li> <li>• Wie lief die Zusammenarbeit mit Polizei und anderen Institutionen?</li> <li>• Wie lief die Entschärfung?</li> <li>• Wie lange dauern die Verkehrsbehinderungen noch an?</li> </ul>
10:20	Anfrage SennInn Pressestelle	Die Pressestelle der Senatsverwaltung fragt an, ob zur Bombenentschärfung bereits eine Pressemitteilung erstellt wurde.
	<i>Beginn Übung „Jungfernheide“</i>	
10:30	Meldung Lagedienst	Aktuell ein Brand 2 – Einsatz im U-Bahnhof Jungfernheide. Meldung kam über Leitstelle der BVG. Vermutlich brennender Papierkorb.
Opt. 10:35	Meldung BVG – Leitstelle FW	Vermutlich technischer Defekt an einem Zug. Meldungen über die Notrufsäulen am Bahnhof – Verrauchung des gesamten Bahnhofes.
Opt. 10:35	Meldung Lagedienst (Lts.)	Erhöhung des Stichwortes Brand 2 auf Brand 4 + Brand UVA auf Grund zunehmender Anzahl von Anrufen, Meldungen über Säule etc. keine weiteren Details, noch keine Einsatzkräfte vor Ort
10:39	Meldung Lagedienst (Lts.)	<p>Erhöhung des Stichwortes auf Brand 4 + Brand UVA 2.</p> <p>Rückmeldung der Leitstelle: Einsatzkräfte am Einsatzort eingetroffen, Staffelführer + 1 Trupp zur</p>



<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
		<p><i>Erkundung vorgegangen. Starke Verrauchung festgestellt, mind. 5 Verletzte. Zudem hat der C-Dienst-1 auf der Anfahrt über sein Sensorsystem (SenSE4Metro) auf dem Tablet festgestellt, dass ein Zug zirka 200m vor dem Bahnhof zum stehen gekommen ist. Mehrere Rauchmelder an der Tunneldecke haben im Verlauf bis zum Bahnhof angeschlagen, mehrere Hitzemelder im Bereich des Zuges geben Alarm.</i></p> <p><i>Stichwörterhöhung auf Grund der aktuellen Entwicklung. C-Dienst ist selbst noch nicht vor Ort.</i></p>
<i>Opt. 10:40</i>	<i>Entscheidung Leiter Stab</i>	<i>Der Führungsstab bleibt im Stabsraum.</i>
<i>10:40</i>	<i>Anfrage Stab POL</i>	<i>Der Stab der Polizei fragt an, ob nähere Erkenntnisse (Zahl der Verletzten etc.) zum Einsatz Jungfernheide vorliegen.</i>
<i>10:41</i>	<i>Rückmeldung Stab POL</i>	<i>Einsatzkräfte der POL sind dabei, den Bahnhofsbereich Straßenebene sowie Ebene -1 zu räumen und abzusperren. Weitere Kräfte alarmiert.</i>
<i>10:46</i>	<i>Meldung Lagedienst (Lts.)</i>	<i>B-Dienst ist eingetroffen und hat die Einsatzleitung übernommen.</i>
<i>10:50</i>	<i>Meldung Örtliche Einsatzleitung</i>	<p><i>Rückmeldung: Es wurden fünf Einsatzabschnitt gebildet.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Einsatzabschnitt Bahnhof (unter der Leitung des C1; mit LHF-1, -2, -5, -6, DL, SW),</i></li> <li><i>2. Einsatzabschnitt Notausstieg (unter der Leitung des C2; mit LHF-3, -4, -7, -8)</i></li> <li><i>3. Einsatzabschnitt Medizinische Rettung (unter der Leitung des C3; mit GW-San, 3 RTW)</i></li> </ol>

<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
		<p>4. Einsatzabschnitt Bereitstellungsraum (LHF Bereitstellungsraum – fiktiv)</p> <p>5. Einsatzabschnitt Kontrolle (unter der Leitung des C4 – fiktiv)</p>
10:50	Meldung Lts. POL	<p>Die angekündigte Demo in Kreuzberg ist aktuell gestartet. Statt der erwarteten 500 Teilnehmer sind ca. 750 erschienen. Der Umzug wird aktuell von der Polizei begleitet und verläuft unauffällig. Geplantes Ende ist gegen 13:00.</p>
10:51	Meldung Örtliche Einsatzleitung	<p>Rückmeldung von der Einsatzstelle: Am Notausstieg haben die EK 10 verletzte, stark hustende Personen angetroffen. Sie berichten von einer Explosion am Zug und zahlreichen Verletzten.</p>
<b>HINWEIS</b>		<p>Explosion = Hinweis für die FÜK auf einen möglichen Terroranschlag. Falls keine Reaktion: Anfrage aus ÜL</p>
10:52	Meldung Lagedienst (Lts.)	<p>Die Leitstelle hat den Ausnahmezustand Rettungsdienst ausgerufen und übermittelt dies an den Stab.</p>
10:55	Verbindungsbeamter BVG Lts.	<p>Ein C-Dienst wurde als Verbindungsbeamter zur Leitstelle der BVG geschickt.</p>
10:56	Anfrage Stab POL	<p>Der Stab POL fragt, welche Verletztanzahlen bereits bekannt sind</p>
11:00	Verbindungsbeamter BVG Lts.	<p>Rückmeldung aus der Sicherheitsleitstelle der BVG: Die angrenzenden Bahnhöfe sind aktuell rauchfrei und unauffällig.</p>
Opt. 11:00	Meldung B-Dienst / oder Stab RD	<p>Anfrage an Stab: gem. Krankenhausalarmplan Info +</p>

<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
		<i>Kapazitätsanpassung veranlassen. Kräfte von der Evakuierung in Bereitstellung.</i>
<i>11:01</i>	<i>Örtliche Einsatzleitung (Bombenentschärfung)</i>	<i>Kräfte sind noch nicht mit der Rückführung der Betroffenen fertig, Einsatzmittel stehen also aktuell nicht zur Verfügung.  (Anm.: Aktuell nur 1 PTZ 10 in Berlin verfügbar!)</i>
<i>11:10</i>	<i>Anfrage Pressestelle</i>	<i>Auf Grund zunehmender Anfragen der Medien fragt die Pressestelle an, wer für den Einsatz „Jungfernheide“ die Öffentlichkeitsarbeit übernimmt.</i>
<i>11:11</i>	<i>Meldung POL</i>	<i>Der EA Raumschutz der POL meldet einen herrenlosen Koffer an der U-Bahnstation Nollendorfplatz. Passanten haben fluchtartig die Bahnsteigebenen verlassen. Es gibt 3 Verletzte, der Polizeieinsatz läuft.</i>
<i>Opt. 11:12</i>	<i>Meldung B-Dienst</i>	<i>Aufgrund der verschiedenen Rückmeldungen (Explosion, Knall, Zerstörung des Zuges) entscheidet der B-Dienst die Information „Anschlagsverdacht“ an alle Kräfte und den Stab zu geben.  Die Einsatzstelle wird durch den Einsatzabschnitt 1 auf Kontamination mit gefährlichen Stoffen kontrolliert.</i>
<i>11:15</i>	<i>Anfrage Verbindungsbeamter BVG Lts.</i>	<i>Der Verbindungsbeamte aus der Sicherheitsleitstelle der BVG bittet um Informationen zum aktuellen Lagebild, um im Krisenstab der BVG berichten zu können.</i>

<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
<i>HINWEIS</i>		<i>Reaktion im Stab – in Abstimmung mit POL Folgemaßnahmen vorbereiten.</i>
<i>11:16</i>	<i>Meldung Stab POL</i>	<i>Als Reaktion auf den Anschlagsverdacht sind weitere Polizeikräfte zusammengezogen worden. Insgesamt sind nun 2 Hundertschaften vor Ort und sichern das Gelände.</i>
<i>HINWEIS</i>		<i>Als Reaktion im Stab sollte bei der POL angefragt werden, ob es gesicherte Erkenntnisse darüber gibt, dass es sich um einen Anschlag handelt. Falls nicht: Einspielen aus Übungsleitung.</i>
<i>11:20</i>	<i>Meldung POL</i>	<i>Vor der Feuerwache Wedding wurde ein verdächtiger Gegenstand gefunden. Die Polizei kann aus derzeit Personalgründen keine genauere Untersuchung des Gegenstandes vornehmen und empfiehlt eine Räumung der Wache.</i>
<i>11:20</i>	<i>Anfrage SenInn</i>	<i>Die Senatsverwaltung für Inneres und Sport fragt an, ob es schon eine Bestätigung gibt, dass es sich um einen Terroranschlag handelt. Der Innensenator benötigt weitere Informationen um gegen 12.00 eine Pressekonferenz abhalten zu können.</i>
<i>11:22</i>	<i>Meldung POL</i>	<i>Bei der Demo in Kreuzberg kommt es zu Auseinandersetzungen zwischen Polizisten und Demonstranten. Es sind aktuell insgesamt 7 Verletzte (beider Seiten) gemeldet. Die Polizei fordert den Rettungsdienst an.</i>
<i>Opt. 11:30</i>	<i>Meldung Örtliche Einsatzleitung</i>	<i>Feuer unter Kontrolle, Menschenrettung wird weiter durchgeführt.</i>

<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
<i>11:40</i>	<i>Meldung Leitstelle FW</i>	<i>Die Leitstelle meldet eine erhebliche Auslastung bedingt durch die zunehmende Anzahl an Anrufen. Einige Bürger beklagen eine mangelhafte Erreichbarkeit des Bürgertelefons (115) und eine unzureichende Informationspolitik.</i>
<i>11:50</i>	<i>Meldung Lagedienst (Lts.)</i>	<i>Ein Anrufer hat eine Rauchentwicklung im Bereich des U-Bahnhofes Vinetastraße gemeldet. Der Einsatz wurde von der Leitstelle als Brand 2 eröffnet.</i>
<i>12:00</i>	<i>Meldung Tunnelleitstelle</i>	<i>Meldung der Tunnelleitstelle „Tiergartentunnel“: Verkehrsbeeinflussung für den Tiergartentunnel wurde nach einem Verkehrsunfall in der Weströhre aktiviert.</i>
<i>12:05</i>	<i>Meldung Verbindungsbeamter BVG Lts.</i>	<i>Die BVG richtet einen Pendelverkehr mit Bussen ein, um die ankommenden Passanten im Bereich der Jungfernheide (U7) abzutransportieren.</i>
<i>Opt. 12:10</i>	<i>Meldung Örtliche Einsatzleitung</i>	<i>Zahl der Verletzten: Insg. 18 leichtverletzt, ansprechbar und gefährliche Personen, 9 schwerverletzte und nicht gefährliche Personen, 3 schwerverletzte und nicht ansprechbare Personen gerettet und zur Behandlung an den RD übergeben. + Tote</i>
<i>12:10</i>	<i>Einspieler Zeitungsartikel</i>	<i>BILD meldet erste Fotos vom Unfallort. (Der Artikel wird separat erstellt.)</i>

<i>Zeit</i>	<i>Ereignis</i>	<i>Einspielungen</i>
<i>12:15</i>	<i>Meldung Lagedienst (Lts.)</i>	<i>Der Lagedienst meldet einen Anruf vom Bio-Tech-Campus. Der Anrufer habe ein Knallgeräusch wahrgenommen.</i>
<i>12:20</i>	<i>Meldung Tunnelleitstelle</i>	<i>Die Weströhre des Tiergartentunnels muss nach Rücksprache mit der Polizei gesperrt werden. Es kommt im gesamten Bereich zu Einschränkungen.</i>
<i>12:30</i>	<i>Anfrage Verbindungsbeamter BVG Lts.</i>	<i>Die BVG fragt an, wie lange der Einsatz noch andauern wird.</i>
<i>12:33</i>	<i>Anfrage SenInn</i>	<i>Sowohl bei SenInn, als auch bei der Leitstelle der Feuerwehr anhaltend hohe Frequenz an Anrufen von Angehörigen. SenInn ist unklar, wo die Betroffenen aktuell betreut werden und wo Angehörige ihre Verwandten abholen können.</i>
<i>12:35</i>	<i>Meldung Lagedienst</i>	<i>Aktuell ein Brand 4 – Weißensee – Infos folgen</i>
<i>12:35</i>	<i>Info SenInn</i>	<i>Die Senatsverwaltung teilt mit, dass sich der Bundesinnenminister angekündigt hat und die Einsatzstelle besuchen möchte.</i>
<i>12:40</i>	<i>Meldung Lagedienst (Lts.)</i>	<i>In Neukölln wurden bei einem RTW die Reifen zerstoichen.</i>
<i>Opt. 13:15</i>	<i>Meldung Örtliche Einsatzleitung</i>	<i>Alle Verletzten sind abtransportiert.</i>
<i>Opt. 13:30</i>	<i>Meldung Örtliche Einsatzleitung</i>	<i>Übergabe des betroffenen Tunnelbereiches an die Polizei zwecks Ermittlungstätigkeiten.</i>
<b>HINWEIS</b>	<i>Übungsende Jungfernheide</i>	