Kurzfassung:

In Deutschland wurde in der Vergangenheit bei Feuerwehren der Bedarf an Personal und Technik häufig durch eine, auf Erfahrungen und Szenarien basierende, Planung abgeleitet. Als Argumentationsgrundlage für den Funktionsstellenbedarf soll nun eine andere, anstatt der etablierten Betrachtungsweise untersucht werden. Eine Verschiebung des Fokus auf eine definierte Anzahl von Funktionen und deren Potenzial bei der Bewältigung von Szenarien scheint in Zeiten knapper finanzieller Ressourcen wichtiger als je zuvor.

Die Bewältigungskapazitäten werden mit einer ähnlichen Methodik wie der, aus der Netzplantechnik bekannten, GANTT-Modellierung herausgearbeitet. Um jedoch Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Stärken darzustellen, werden nicht vollständig definierte, sondern im Bewältigungsaufwand variable, Leitszenarien zugrunde gelegt. Ein Szenarienkatalog mit repräsentativen Leitszenarien aus verschiedenen Szenarienarten dient erstmals als Basis für die Forschung zur Feuerwehrbedarfsplanung. Die technische und taktische Variation muss für die Modellierung jedoch eingeschränkt werden, damit ein Rückschluss auf die Funktionsstärke, als wichtigstem Parameter, möglich ist.

Die Ermittlung von maximal möglichen Szenarien erfolgt nicht nur in Bezug auf die Schnelligkeit, sondern auch durch die Integration von Sicherheits- und Qualitätsunterschieden. Dafür wird neben der Erhebung von Vorgangsdauern, die für die Netzplanung erforderlich sind, auch eine Bewertung von Einsatztätigkeiten mit Hilfe einer Expertenbefragung durchgeführt.

In Anbetracht der modellierten Szenarien stellen letztendlich 19 Funktionen die Referenz zur Bewältigung von Standardsituationen, in Bezug auf die Kosten-Nutzenbilanz dar, wenn auch bei einigen Szenarien vorerst Defizite bezüglich der Sicherheit und Qualität hingenommen werden müssen.

Eine kritische Betrachtung der angewandten Methodik schließt diese Arbeit ab. Um nur ein Punkt zu nennen, bleibt es trotz der Umkehrung der Betrachtungsweise fraglich, ob die Ableitung der Bewältigungskapazität der taktischen Einheiten die eingesetzte Technik in gewisser Weise ausgrenzen darf.

Abstract:

Identification and assessment of the "coping-capacities" of the fire brigade's tactical units

Hitherto the need for personnel and equipment of a German fire department has often been deduced from experiences and scenarios. As a basis for argumentation for staffing, this thesis will investigated a different, rather than the well-established approach. A shift in focus on a defined number of personnel and their maximum of potential in coping with disaster scenarios seems in times of scarce financial resources more important than ever before.

These so called coping-capacities will be developed by using similar methodology to network-planning, better known as GANTT-modeling. In order to illustrate performance differences between various staffing levels the scenarios will not be static and pre-defined, but variable concerning their coping-effort. For the first time, a catalog with representative scenarios of different types of scenarios will be used as basis for research on the requirements planning for fire services. However, technical as well as tactical variation must be limited for the modeling process to allow for a conclusion on manpower, as the most important parameter.

In this thesis, the maximum of possible scenarios will not only be determined by the speed of the technical unit, but also by the integration of safety and quality differences. Therefore, in addition to gathering times for tasks, which are required for network-planning, an assessment of operational activities will be carried out with the help of an expert survey.

In consideration of these modeled scenarios, 19 functions will finally give reference and illustrate how to deal with upcoming standard situations with regard to the cost-benefit balance, although initial shortcomings in safety and quality have to be accepted with some types of scenarios.

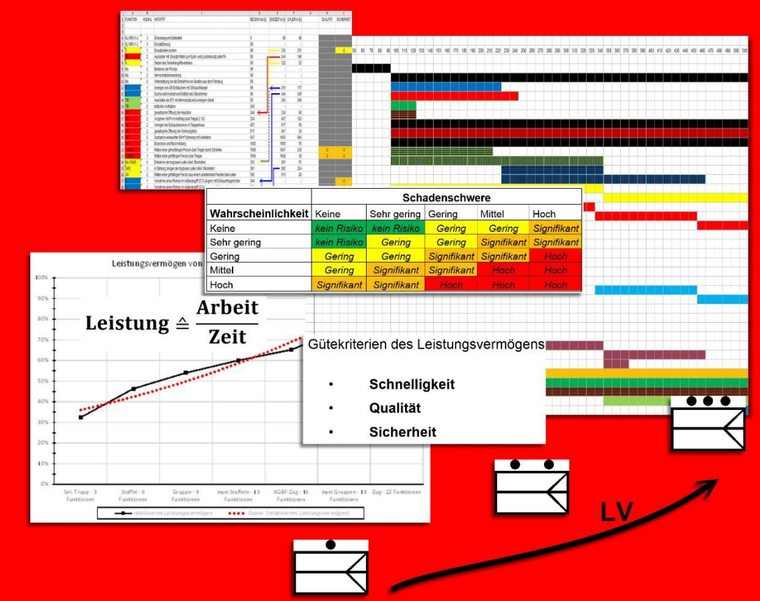
A critical review of the applied methodology concludes this work. To mention only one point, it remains questionable, whether the shift in focus to an explicit number of personnel allows to neglect the available technique concerning infrastructure on scene.

Master-Thesis

- Tim Hasenstab -

Ermittlung und Bewertung der Bewältigungskapazität taktischer Einheiten der Feuerwehr

Ermittlung und Bewertung der Bewältigungskapazität taktischer Einheiten der Feuerwehr



Verfasser:	Ing. Tim Hasenstab, B.Sc.
1. Prüfer:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uli Barth
2. Prüfer:	Ing. Adrian Ridder, M.Sc.
Abgabedatum:	07.08.2014

Bergische Universität Wuppertal

Fachbereich D - Sicherheitstechnik

Lehrstuhl

Methoden der Sicherheitstechnik/Unfallforschung

Master-Thesis

Ermittlung und Bewertung der Bewältigungskapazität taktischer Einheiten der Feuerwehr

Name:	Ing. Tim Hasenstab, B.Sc.
Matrikelnummer:	837102
Anschrift:	Mühlstr. 15, 63860 Rothenbuch
1. Prüfer:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uli Barth
2. Prüfer:	Ing. Adrian Ridder, M.Sc.

Rothenbuch, den 07.08.2014

When fire is cried and danger is neigh,

"God and the firemen" is the people's cry;

But when 'tis out and all things righted,

God is forgotten and the firemen slighted.

gedruckt in The Fireman's Journal, 18 Oct 1879

Erklärung des Verfassers

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht habe.

Mit Anmeldung der Abschlussarbeit erkenne ich an, dass die Arbeit durch Dritte eingesehen und unter Wahrung urheberrechtlicher Grundsätze zitiert werden darf. Ferner stimme ich zu, dass die Arbeit durch das Fachgebiet an Dritte zur Einsichtnahme herausgegeben werden darf.

Ing. Tim Hasenstab, B.Sc.
Rothenbuch, den 07.08.2014

Danksagung

Dem Lehr- und Forschungsgebiet der Methoden der Sicherheitstechnik/ Unfallforschung unter der Leitung von Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uli Barth möchte ich für die Bereitstellung des interessanten und vielschichtigen Themas einen Dank aussprechen. Besonders für die Betreuung dieser Arbeit gilt Herrn Ing. Adrian Ridder, M.Sc., aus demselben Fachgebiet, mein herzlicher Dank. Die zur Verfügung gestellte Literatur und prägnanten Ideenvorschläge halfen bei der Erstellung dieser Arbeit sehr. Besonders schätze ich jedoch das entgegengebrachte Vertrauen zur autonomen Aufgabenbearbeitung.

Weiterhin gilt es den hauptamtlichen Kräften der Feuerwehren, die sich für die Expertenbefragung und Einschätzung von Einsatzsituationen zur Verfügung gestellt haben, einen Dank auszusprechen. So war es möglich, ein Gespür für die Arbeitsabläufe bei Berufsfeuerwehren zu bekommen, um die notwendige Einsatzerfahrung in die Planungen miteinzubeziehen.

Großer Dank über die Erstellung dieser Arbeit hinaus, gilt meinem familiären Umfeld, besonders meinen Eltern Elke und Volker sowie meiner Partnerin Lisa Hasenstab, die mich zu jeder Zeit auf dem Weg meines Studiums bekräftigt und unterstützt haben.

Kurzfassung

In Deutschland wurde in der Vergangenheit bei Feuerwehren der Bedarf an Personal und Technik häufig durch eine, auf Erfahrungen und Szenarien basierende, Planung abgeleitet. Als Argumentationsgrundlage für den Funktionsstellenbedarf soll nun eine andere, anstatt der etablierten Betrachtungsweise untersucht werden. Eine Verschiebung des Fokus auf eine definierte Anzahl von Funktionen und deren Potenzial bei der Bewältigung von Szenarien scheint in Zeiten knapper finanzieller Ressourcen wichtiger als je zuvor.

Die Bewältigungskapazitäten werden mit einer ähnlichen Methodik wie der, aus der Netzplantechnik bekannten, GANTT-Modellierung herausgearbeitet. Um jedoch Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Stärken darzustellen, werden nicht vollständig definierte, sondern im Bewältigungsaufwand variable, Leitszenarien zugrunde gelegt. Ein Szenarienkatalog mit repräsentativen Leitszenarien aus verschiedenen Szenarienarten dient erstmals als Basis für die Forschung zur Feuerwehrbedarfsplanung. Die technische und taktische Variation muss für die Modellierung jedoch eingeschränkt werden, damit ein Rückschluss auf die Funktionsstärke, als wichtigstem Parameter, möglich ist.

Die Ermittlung von maximal möglichen Szenarien erfolgt nicht nur in Bezug auf die Schnelligkeit, sondern auch durch die Integration von Sicherheits- und Qualitätsunterschieden. Dafür wird neben der Erhebung von Vorgangsdauern, die für die Netzplanung erforderlich sind, auch eine Bewertung von Einsatztätigkeiten mit Hilfe einer Expertenbefragung durchgeführt.

In Anbetracht der modellierten Szenarien stellen letztendlich 19 Funktionen die Referenz zur Bewältigung von Standardsituationen, in Bezug auf die Kosten-Nutzenbilanz dar, wenn auch bei einigen Szenarien vorerst Defizite bezüglich der Sicherheit und Qualität hingenommen werden müssen.

Eine kritische Betrachtung der angewandten Methodik schließt diese Arbeit ab. Um nur ein Punkt zu nennen, bleibt es trotz der Umkehrung der Betrachtungsweise fraglich, ob die Ableitung der Bewältigungskapazität der taktischen Einheiten die eingesetzte Technik in gewisser Weise ausgrenzen darf.

Abstract

Identification and assessment of the "coping-capacities" of the fire brigade's tactical units

Hitherto the need for personnel and equipment of a German fire department has often been deduced from experiences and scenarios. As a basis for argumentation for staffing, this thesis will investigated a different, rather than the well-established approach. A shift in focus on a defined number of personnel and their maximum of potential in coping with disaster scenarios seems in times of scarce financial resources more important than ever before.

These so called coping-capacities will be developed by using similar methodology to network-planning, better known as GANTT-modeling. In order to illustrate performance differences between various staffing levels the scenarios will not be static and pre-defined, but variable concerning their coping-effort. For the first time, a catalog with representative scenarios of different types of scenarios will be used as basis for research on the requirements planning for fire services. However, technical as well as tactical variation must be limited for the modeling process to allow for a conclusion on manpower, as the most important parameter.

In this thesis, the maximum of possible scenarios will not only be determined by the speed of the technical unit, but also by the integration of safety and quality differences. Therefore, in addition to gathering times for tasks, which are required for network-planning, an assessment of operational activities will be carried out with the help of an expert survey.

In consideration of these modeled scenarios, 19 functions will finally give reference and illustrate how to deal with upcoming standard situations with regard to the cost-benefit balance, although initial shortcomings in safety and quality have to be accepted with some types of scenarios.

A critical review of the applied methodology concludes this work. To mention only one point, it remains questionable, whether the shift in focus to an explicit number of personnel allows to neglect the available technique concerning infrastructure on scene.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung des Verfassers I

Danksagung II

Kurzfassung III

Abstract IV

Inhaltsverzeichnis V

Abkürzungsverzeichnis VIII

1. Aufgabenstellung 1

1.1 Veranlassung 2

1.2 Zielstellung 3

1.3 Herangehensweise 4

1.4 Begriffsmodell 5

2. Stand der Technik 9

2.1 Literaturrecherche 9

2.1.1 Erfahrungs- und statistikbezogene Ansätze 9

2.1.2 Zeitstudien 11

2.1.3 Netzplantechnik und Simulationen 14

2.1.4 Beurteilung der bekannten Literatur und mögliche weitere Lösungsansätze zur Erarbeitung der Untersuchungsmethodik 16

2.2 Taktische Einheiten der Feuerwehr 21

2.2.1 Mannschaft 21

2.2.2 Einsatzmittel 24

3. Szenarienkatalog 25

3.1 Wohnungsbrand-Szenario 29

3.2 THL-Szenario 30

3.3 ABC-Szenario 31

3.4 Eisrettungs-Szenario 33

4. Methodischer Ansatz 35

4.1 Grundlagen der Modellierungs- und Bewertungsmethodik 35

4.2 Bestimmung von Vorgangsparametern 40

4.3 Planerische Annahmen zur Technik und Taktik 45

4.4 Beispielhafte Modellierung eines Szenarios 49

4.5 Möglichkeiten zur Bewertung des Zielerreichungsgrades bei der Modellierung von Feuerwehreinsätzen 58

5. Ergebnisdarstellung 61

5.1 Wohnungsbrand-Szenario 62

5.2 THL-Szenario 68

5.3 ABC-Szenario 74

5.4 Eisrettungs-Szenario 79

6. Ergebnisinterpretation 86

7. Schlussbetrachtung 92

7.1 Ergebniszusammenfassung 92

7.2 Diskussion 96

7.2.1 Parameterabhängige Bewertung des Zielerreichungsgrades 97

7.2.2 Nicht modellierbare Parameter und Szenarien 98

7.2.3 Expertenbefragung 99

7.2.4 Netzplantechnik zur Modellierung von Feuerwehreinsätzen 102

7.2.5 Abschließende Beurteilung 103

7.3 Ausblick 105

Literaturverzeichnis i

Bildverzeichnis ix

Tabellenverzeichnis xi

Formelverzeichnis xii

Anhangsverzeichnis xiii

Anhang A – Übersicht von Feuerwehrfahrzeugen und deren Einsatzzweck xiv

Anhang B – Fragebogen der Expertenbefragung xvii

Anhang C – Datentabelle: Vorgangsdauern, Qualitäts- und Sicherheitsbewertung xxii

Anhang D – ALOHA-Ermittlung für Ammoniakaustritt bei variablen Leckagedurchmesser xxvi

Anhang E – Berechnungsgrundlage zu Bild 18 xxx

Anhang F – Szenarienmodellierung xxxiv

Abkürzungsverzeichnis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

AAO	Alarm- und Ausrückordnung
AB	Abrollbehälter
ABC	Atomar, Biologisch, Chemisch
AGBF	Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren
ALOHA	*Areal locations of hazardous atmospheres*
AT	Angriffstrupp (1/1)
BMA	Brandmeldeanlage
CPM	Methode des kritischen Pfades – deutsch für *critical path method*
CSA	Chemieschutzanzug
DL	Drehleiter
EFü	Einheitsführer
EL	Einsatzleitung/ Einsatzleiter/ in
ELW	Einsatzleitwagen
F/F	*Firefighter* - englisch für FM (SB)
FBIM	*Fire brigade intervention model*
FDS	*Fire dynamics simulator*
FM (SB)	Feuerwehrmann/ -frau: Sammelbegriff (geschlechtsneutral/ ohne Dienstgrad)
FüAss	Führungsassistent/ in (stellv. Zugführer/ in)
FwDV	Feuerwehr-Dienstvorschrift
GF	Gruppenführer/ in

GW	Gerätewagen
GWG	Gerätewagen-Gefahrgut
H(i)LF	Hilfeleistungslöschfahrzeug
HSHQ	Hohe Sicherheit, hohe Qualität
KdoW	Kommandowagen
LFV	Landesfeuerwehrverband
Ma	Maschinist/ in
Me	Melder/ in
MPM	Metra-Potential-Methode
NSNQ	Niedriger Sicherheit, niedriger Qualität
OG	Obergeschoss
PA	Pressluftatmer
PKW	Personenkraftwagen
RW	Rüstwagen
TIBRO	Taktisch-strategisch Innovativer Brandschutz auf Grundlage Risikobasierter Optimierungen
Vfdb	Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes
VU	Verkehrsunfall

1. Aufgabenstellung

Sicherheit steht in der Hierarchie der Bedürfnisse eines Menschen direkt unter den elementaren physiologischen Grundbedürfnissen, die Voraussetzung für die Existenz und Lebenserhaltung sind. Dies geht aus den Studien, des als Gründervater der humanistischen Psychologie bekannte, Abraham Maslow hervor (vgl. CHALMERS; et al., 2012). In einer modernen Gesellschaft wird diese Sicherheit schon fast als natürlich angesehen, obwohl die Strukturen für unser heutiges Sicherheitsverständnis eine lange Entwicklung durchlaufen haben. Eine Entwicklung, die auch die nichtpolizeiliche Gefahrenabwehr, welche in Deutschland maßgeblich durch das Feuerwehrsystem gestellt wird, durchlaufen hat. Die Vorhaltung von Feuerwehren trägt deshalb entscheidend für die Befriedigung der Sicherheitsbedürfnisse der Menschen und damit auch zur Wertigkeit eines Landes bei.

Um den dynamischen Prozessen unserer Kultur und Umwelt gerecht zu werden, muss auch für das deutsche Feuerwehrsystem eine kontinuierliche Weiterentwicklung angestrebt werden. Neue Ergebnisse in der Forschung können vom im Jahre 2012 ins Leben gerufene Verbundprojekt TIBRO (kurz für: Taktisch-strategisch Innovativer Brandschutz auf Grundlage Risikobasierter Optimierungen), welches vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, erwartet werden. Dessen Ziel ist es, die Zukunftsfähigkeit des deutschen Feuerwehrsystems zu untersuchen und den für Feuerwehren zuständigen Führungskräften, Verwaltungsinstanzen und politischen Verantwortlichen Empfehlungen zu geben.

Die nachfolgende Arbeit gliedert sich in dieses Projekt ein und soll eine Argumentationsgrundlage für die risikobasierte Kräfte- und Einsatzvorplanung und somit für die zukünftige Personalpolitik bei öffentlichen Feuerwehren liefern.

1.1 Veranlassung

Auf Grundlage der Landesfeuerwehr-, oder Brandschutzgesetze gilt meist, dass die Gemeinden mindestens eine, den örtlichen Verhältnissen angepasste und leistungsfähige Feuerwehr aufzustellen, auszurüsten und zu unterhalten haben (vgl. LÜLF, 2012). Manche Bundesländer sehen hierzu jedoch keine gesetzliche Verpflichtung vor (vgl. BRANDDIREKTION STUTTGART, 2011). Die Methodik der Feuerwehrbedarfsplanung ist unter anderem deshalb in Deutschland nicht einheitlich geregelt. Nichts destotrotz haben die Kommunen ein großes Interesse an einer bedarfsgerechten Aufstellung der Feuerwehren. Denn neben der immer spezieller werdenden Technik, die zur Bewältigung von Einsätzen mit steigender Komplexität vorgehalten werden muss, ist vor allem das Personal der größte Kostenfaktor für die Unterhaltung von Berufs- oder Werkfeuerwehren und deren Leistungsfähigkeit.

Alarm- und Ausrückeordnungen (kurz: AAO) der Feuerwehren halten in der Regel fest, welche taktische Einheiten für einen konkreten Einsatz zu alarmieren sind. Dabei werden je nach Alarmstichwort und der vom Disponenten der Leitstelle bestimmten Alarmierungsstufe die Einsatzmittel und Mannschaftsstärke eingesetzt, die in vorherigen Ermittlungen oder durch Erfahrungswerte festgelegt wurden. Bei kleinen Einsätzen, wie Mülleimerbränden, eiligen Türöffnungen zur Rettung von Personen, oder örtlich begrenzten Ölspureinsätzen reichen gewöhnlich schon wenige Feuerwehrfrauen/ -männer (kurz: FM (SB)) und technisches Gerät zur Bewältigung der Lage aus. Je größer das Schadensszenario wird, desto mehr Mannschaft und Technik wird entsprechend benötigt.

Bestehende Verfahren zur analytischen, vorweggenommenen Berechnung notwendiger Funktionsstärken definieren somit pro Szenario den notwendigen Bewältigungsaufwand (Personal & Technik).In dieser Arbeit wird die umgekehrte Betrachtung angestrebt und es soll untersucht werden, welche Leistungsfähigkeit unterschiedliche Konstellationen aus variierenden Funktionsstärken sowie technischen Geräten besitzen. Das heißt, welche Szenarien von einer definierten Einheit bewältigt werden können.

1.2 Zielstellung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird unter Anwendung sicherheitswissenschaftlicher Ansätze und Methoden untersucht, welche Leistungsfähigkeitsunterschiede sich durch inhomogene Bewältigungskapazitäten (mit besonderem Fokus auf den notwendigen Funktionsstärken) für verschiedene Szenarien ergeben.

Ausgehend von der etablierten Betrachtungsweise („wie viel Feuerwehr für welches Szenario“) wird die Denkart umgekehrt („welche Szenarien kann eine Einheit Feuerwehr bewältigen“) und aufgezeigt, welche Unterschiede in der Zielerreichung (Qualitäts- und Sicherheitsziele) durch veränderte Funktionsstärken resultieren.

Die Spannweite der Leistungsfähigkeit taktischer Einheiten (Selbstständiger Trupp, Staffel, Gruppe, AGBF-Löschzug, Löschzug) wird durch verschiedene Bewältigungskapazitäten, mit Fokus auf den eingesetzten Funktionsstärken, ausgedrückt. Dabei wird auf Unterschiede in der Einsatzqualität und –sicherheit, sowie auf die Wiederverwendung von Funktionen nach Erfüllung von Aufgaben geachtet. Weiterhin erfolgt ein Vergleich dieser Bewältigungskapazitäten und es wird ermittelt, wie sich eine Vervielfachung von klassischen taktischen Einheiten (zum Beispiel zwei / drei Staffeln, etc.) auswirkt.

Taktisch zu komplexe Einsätze, die über den Grundschutz einer Feuerwehr hinausgehen und nicht als „Standardsituation“ bezeichnet werden, bleiben hier unbeachtet. „Standardsituationen“ sind übliche Schadensereignisse, die in jeder Kommune auftreten können und somit einheitliche Mindestvoraussetzungen der Feuerwehr verlangen (vgl. BEZIRKSREGIERUNG KÖLN, --). Dies ist in der Regel der Fall, wenn nicht mehr als ein Zug zum Einsatz kommt.

Ziel und angestrebtes Ergebnis der Arbeit ist, die Zugewinne der Leistungsfähigkeit mit steigender Funktionsstärke (beziehungsweise im Umkehrschluss deren Abnahme) für unterschiedliche Szenarien zu quantifizieren, um diese Größe als Entscheidungsgrundlage in die Diskussion über die Festlegung von Funktionsstärken eingehen zu lassen.

1.3 Herangehensweise

Die Definition der Leistungsfähigkeit von taktischen Einheiten einer Feuerwehr, beziehungsweise deren Bewältigungsaufwand gilt es vorab zu klären. In Abschnitt 1.4 werden deshalb die wesentlichsten Begriffe, die für das Verständnis der Arbeit notwendig sind, erläutert.

Eine Literaturanalyse wird in Abschnitt 2.1 durchgeführt, um das Thema gegenüber anderen Studien abzugrenzen sowie die endgültige Methodik zu bestimmen. Im Abschnitt 2.2 findet sich eine Übersicht über die taktischen Einheiten der Feuerwehren bis zur Größe eines Zuges.

In Feuerwehrbedarfsplänen und anderen Studien wurden in der Vergangenheit vollständig definierte Szenarien konstruiert, um schätzungsweise den Funktionsbedarf abzuleiten. Anhand von fixen Parametern, wie die Anzahl verletzter oder bewusstloser Personen, der Gebäudeklasse oder Rettungshöhe, etc., können die anfallenden Aufgaben bestimmt und dementsprechend Funktionen zugeordnet werden, welche die Tätigkeiten mit hoher Wahrscheinlichkeit in ausreichendem Maße ausführen können. Da eine Identifikation des Leistungsvermögens von taktischen Einheiten im Allgemeinen jedoch nur schwer vorstellbar erscheint, wird jeweils für einzelne Szenarienarten, wie Brände, technische Hilfeleistungen (kurz: THL), etc. eine Analyse durchgeführt. Jedoch werden hier keine vollständig definierten Szenarien, wie zum Beispiel der kritische Wohnungsbrand[1] angenommen, sondern es werden im Bewältigungsaufwand variable Szenarien gebildet. Diese Leitszenarien dienen dann zur Identifikation sogenannter Maximalszenarien. Dies sind Szenarien, die für eine gewisse Anzahl an Funktionen gerade noch so bewältigt werden können. Dabei werden die Unterschiede in der Zielerreichung durch Gütekriterien herausgestellt. Durch eine wiederholte Modellierung der Szenarien mit Balkendiagrammen, kann für die jeweiligen taktischen Einheiten je nach Leitszenario die Zeit bis zu gewissen Meilensteinen der Erreichung des Einsatzzieles herausgearbeitet werden. Ein Vergleich der Gütekriterien, erarbeiteten Zeiten für die Meilensteine und anderen variablen Parametern lässt auf maximal

[1] vgl. Definition nach LINDEMANN, 2010: „Wohnungsbrand im zweiten Obergeschoss (kurz: OG) eines Wohnungshauses mit Tendenz zur Ausbreitung. Zwei Personen werden vermisst, von denen sich die eine bereits am Fenster bemerkbar macht und die zweite ohne Bewusstsein im Brandrauch liegt. Die baulichen Rettungswege sind verraucht."

bewältigbare Szenarien je Leitszenario und Einheitsgröße schließen, wodurch eine Bestimmung der Leistung je taktischer Einheit möglich ist.

1.4 Begriffsmodell

Der Begriff der Leistungsfähigkeit einer Feuerwehr im Sinne des Vermögens, was eine taktische Einheit leisten kann, ist nicht gleichbedeutend mit der Leistungsfähigkeit einer Feuerwehr, wie sie oft in Feuerwehrbedarfsplänen oder dem Grundlagenpapier „Hinweise zur Leistungsfähigkeit der Feuerwehr“ des Landesfeuerwehrverbandes Baden-Württemberg (vgl. LFV BW, 2008) versucht wird zu erfassen. Dort wird das Potenzial des kompletten Systems Feuerwehr einer Kommune betrachtet und häufig in den Bemessungswerten, Eintreffzeit/ Hilfsfrist, Einsatzkräfte/ Funktionsstärke sowie Einsatzmittel oder Erreichungsgrad ausgedrückt.

Der Begriff „Bewältigungskapazität“ scheint deshalb besser dafür geeignet zu sein, das Thema zu titulieren, um zu beschreiben, welche Kapazität, im Sinne der Leistung, eine gewisse Anzahl an FM (SB) zu bewältigen vermag. Die Bewältigungskapazität ist jedoch ein umfassender, noch nicht abschließend einheitlich definierter Ausdruck. In dieser Arbeit wird vor allem das Leistungsvermögen taktischer Einheiten fokussiert, welches durch die nachfolgenden Definitionen genauer beschrieben und abgegrenzt wird.

In der Wirtschaft oder in der Verkehrstechnik wird die Kapazität zur Beschreibung der Produktionsleistung oder des Verkehrsflusses benutzt. Weiterhin steht diese in der Physik durch die direkte Übersetzung aus dem Lateinischen „capacitas“ (übersetzt: Fassungsvermögen) eher im Zusammenhang mit der Speicherung oder Bevorratung von Medien oder Energie. Überträgt man den Begriff in die Gefahrenabwehr und noch spezieller auf die Feuerwehr, trifft der Ausdruck „Kapazität“ eher auf die Vorhaltung von Technik und Personal zu.

Die Bewältigungskapazität ist deshalb wie folgt zu definieren:

> **Die „Bewältigungskapazität“ einer Feuerwehr ist die in definierter Beschaffenheit einsetzbar vorgehaltene Anzahl der Einsatzmittel und des Personals (taktische Einheiten) zur Bewältigung eines oder mehrerer Ereignisse.**

Zur Beschreibung der Größe der notwendigen feuerwehrtechnischen Einheiten für Schadenslagen wird der Begriff des Bewältigungsaufwandes benutzt. Dieser ist demnach wie folgt zu definieren:

> **Der „Bewältigungsaufwand“ beschreibt die Gesamtheit der Einsatzmittel und des Personals (taktische Einheiten), die zur Bewältigung eines oder mehrerer Ereignisse definierter Art und definierten Ausmaßes funktional notwendig sind.**

Ein passender Ausdruck für die Leistungsfähigkeit von taktischen Einheiten im Sinne dieser Arbeit ist das „Leistungsvermögen“. Dieser Begriff ist nach Recherchen des Verfassers zufolge noch nicht anderweitig in der Gefahrenabwehr benutzt worden.

Dies ist auch im Sinne einer ursprünglichen Definition der Leistung:

$$\mathbf{Leistung} \triangleq \frac{\mathbf{Arbeit}}{\mathbf{Zeit}} \qquad (1)$$

Obwohl ein Einsatzerfolg der Feuerwehr häufig von der Schnelligkeit als temporärerem Aspekt abhängig ist, wird für diese Arbeit auch die Sicherheit und Qualität des Einsatzes in die Betrachtung miteinbezogen.

Das Leistungsvermögen ist demnach wie folgt zu definieren:

> **Das „Leistungsvermögen“ beschreibt, welches Ereignisausmaß eine taktische Einheit in definierter Güte zu bewältigen vermag.**

Gütekriterien des Leistungsvermögens von taktischen Einheiten sind demnach:

- **Schnelligkeit**
- **Qualität**
- **Sicherheit**

Das Gütekriterium „Sicherheit“ dient zur Abschätzung der voraussichtlich störungsfreien und gefahrenfreien Funktion bei der methodischen Modellierung in dieser Arbeit. In Bezug auf das Leistungsvermögen, nimmt diese einen zentralen Punkt ein, da der Einsatzerfolg gerade bei geringen Funktionsstärken maßgeblich von der Sicherheit der Einsatzkräfte abhängig ist. Ein Unfall zieht einen Mehraufwand und eine Verzögerung in der Zielerreichung nach sich, wodurch wahrscheinlich die Schnelligkeit und Qualität des Einsatzes beeinflusst wird. Nach SCHLÄFER ist für Feuerwehreinsätze jedoch ein vertretbares und abschätzbares Risiko oftmals für die Gewährleistung des Einsatzerfolges erforderlich (vgl. SCHLÄFER, 1998).

Die Bemessungswerte der Leistungsfähigkeit nach AGBF, 1998 „Hilfsfrist, Funktionsstärke und Erreichungsgrad“, die auch als Qualitätskriterien bezeichnet werden, können nicht auf die vorliegende Arbeit übertragen werden. Sie dienen, wie bereits weiter oben erwähnt, der Bewertung der Leistungsfähigkeit des gesamten Feuerwehrsystems einer Kommune. Die Hilfsfrist und der Erreichungsgrad sind zwei Faktoren, die nur bis zur Ankunft an der Einsatzstelle eine Rolle spielen. Die Arbeitsqualität an der Einsatzstelle bleibt außen vor, weshalb eine allgemeinere Definition benutzt werden muss.

Die Qualität entspricht im übertragenden Sinne definitionsgemäß dem Grad der Zielerreichung (vgl. ISO, 2005). Deshalb ist Qualität im Gegensatz zur landläufigen Begriffsverwendung nicht gleichbedeutend mit der „Güte“ oder „Hochwertigkeit“ einer Leistung, sondern beschreibt, inwiefern ein gesetztes Ziel erfüllt wird

(vgl. BARTH; et al., 2014). Dabei kommt es auf die Reproduzierbarkeit mit gleicher Güte an. Überträgt man das Prinzip auf die Feuerwehrbedarfsplanung, ist nach BARTH; et al. das Primärziel schlagkräftige Feuerwehreinsätze reproduzierbar mit hoher Zielerreichung des vorgegebenen Niveaus durchzuführen. Bei der Erweiterung des Qualitätsbegriffs auf das Outcome, oder die Ergebnisqualität, wird betrachtet, welches Niveau dabei an den Tag gelegt wird. Es macht beispielsweise einen Unterschied, ob eine gehunfähige Person mit einer Trage und eventuell zusätzlich betreuendem FM (SB) aus dem Gefahrenbereich verbracht wird (insgesamt 3 Funktionen), oder aber mit einer Bandschlinge durch Schleifen (1 Funktion). Das Ziel der Personenrettung kann in beiden Fällen erreicht werden, jedoch in unterschiedlicher qualitativer Ausführung in Bezug auf das Wohl des Patienten.

Wenn in dieser Arbeit folglich vom Gütekriterium Qualität gesprochen wird, ist somit einerseits die Ergebnisqualität eines betrachteten Vorgangs gemeint. Jedoch bedarf es neben der qualitativen Untersuchung einzelner Aktivitäten auch an einer Überprüfung der Gesamteinsatzqualität. Mit sogenannten Erreichungsgraden, wie zum Beispiel die Anzahl derer, die lebend aus einem brennenden Wohnhaus gerettet werden können, lässt sich dieser Aspekt beschreiben.

2. Stand der Technik

Das folgende Kapitel stellt grundlegende Informationen, die für das Verständnis dieser Arbeit erforderlich sind, zur Verfügung. Dafür wird der Stand der Technik durch eine Literaturrecherche mit dem Schwerpunkt auf das Feuerwehrwesen und eine Beschreibung der heutzutage üblichen taktischen Einheiten der Feuerwehr erläutert.

2.1 Literaturrecherche

Sowohl in Deutschland, als auch international versuchten in der Vergangenheit verschiedene Studien Aspekte der Leistungsfähigkeit und des Leistungsvermögens von Feuerwehren genauer zu untersuchen, mit dem Ziel Planungsgrundlagen zu schaffen. Erst in den letzten vier Jahren wird in Deutschland wieder verstärkt zur Thematik Feuerwehrbedarfsplanung und somit auch Leistungsfähigkeit/ -vermögen geforscht. Eine Vielzahl an Untersuchungen wurden in den 1980er und am Anfang der 1990er Jahre durchgeführt. Viele Arbeiten basieren auf der O.R.B.I.T.-Studie (vgl. BEYERLE; et al., 1978a & 1978b), deren aufgestellte Thesen auch in aktuellen Untersuchungen immer wieder Gegenstand der Betrachtung sind.

Die folgende Zusammenfassung gibt einen Überblick über die verschiedenen bestehenden traditionsbasierten Ansätze, die zur Identifikation der Leistungsfähigkeit oder des Leistungsvermögens herangezogen werden können. Auch Arbeiten, die sich mit der etablierte Vorgehensweise („wie viel Feuerwehr für welches Szenario“) beschäftigten, werden noch einmal genauer beleuchtet.

2.1.1 Erfahrungs- und statistikbezogene Ansätze

Für Brandeinsätze gibt es, analog der üblichen Vorgehensweise, eine Bemessungsgrundlage der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes (kurz: vfdb) zur Einschätzung der erforderlichen Personalstärke in homogenen Schutzgebieten (vgl. VFDB, 2007). Darin werden für verschiedene Szenarien, wie zum Beispiel Bungalow-, Pflegeheim-, Diskothekenbrand etc. der benötigte Personalbedarf und die geforderte Eintreffzeit aufgelistet. Den Szenarien werden Parameter, wie Anzahl

der schlafenden/ wachen Personen, Verfügbarkeit von Brandmeldeanlagen oder brandschutztechnischen Abschlüssen, zugeordnet. Die Eintreffzeit wird aus der Erträglichkeits- und Reanimationsgrenze, sowie der theoretischen Zeit zum Flash-Over nach O.R.B.I.T. abgeleitet. Die Personalstärke lässt sich aufgrund von feuerwehrtechnischen Grundtätigkeiten bestimmen. Beispielsweise für die Menschenrettung unter Vornahme eines Rohres unter Atemschutz mit Pressluftatmern (kurz: PA) werden zwei Funktionen mit einer Hilfsfrist von acht Minuten angesetzt. Die alleinige Brandbekämpfung mittels eines Rohres unter PA (2 Funktionen) hingegen kann auch erst nach 13 Minuten erfolgen. Den Grundtätigkeiten werden keine variablen Funktionsstärken zugeordnet. Das heißt es wird für jeden Vorgang genau eine gewisse Anzahl an benötigten FM (SB) festgelegt. Auf welcher Grundlage dies geschieht, beziehungsweise ob eventuell auch weniger oder mehr Funktionen von Nöten sind, wenn Qualitäts- oder Sicherheitsunterschiede betrachtet würden, ist nicht herauszulesen. Eine Herleitung, wie der Personalbedarf aus den Szenarienparametern abgeleitet wurde, wird ebenfalls nicht dargelegt.

Eine Arbeit, die sich unter anderem auch mit dem Personalbedarf bei Feuerwehreinsätzen beschäftigte, wurde 2013 von HILDEBRAND angefertigt (vgl. HILDEBARND, 2013). Der Verfasser prüfte im Zuge einer Einsatzdatenanalyse von acht unterschiedlichen Gemeinden, wieviel Personal für Brandeinsätze, speziell den kritischen Wohnungsbrand, notwendig war. Dabei stellte er heraus, dass bei kritischen Wohnungsbränden keine Großbrände zu verzeichnen waren. Dies lässt nach DIN 14010 (vgl. FNFW, 2005) auf maximal drei eingesetzte C-Rohre und dadurch auch drei Trupps zur Menschenrettung und/ oder Brandbekämpfung schließen. Brände die der Definition eines kritischen Wohnungsbrandes entsprachen, waren meist mit maximal zwei Trupps unter PA und in über 90% der Fälle mit insgesamt zwei Staffeln beherrschbar. Für alle anderen Brandeinsätze in Wohngebäuden mit Personengefährdung waren in 80% der Fälle zwei Staffeln ausreichend.

LANGER (vgl. LANGER, 2013) zeigte im Rahmen einer Einsatzanalyse der Feuerwehr Wuppertal ebenfalls, dass statistisch betrachtet schon wenige Kräfte zur Einsatzbewältigung ausreichend sind. Während mehr als die Hälfte der Brandeinsätze von einem Trupp bewältigt werden konnten, musste nur in etwa 7,5% der Fälle, für größere Brände, ein Löschzug oder mehr anrücken.

LANGER stellte auch heraus, welche in der Feuerwehrbedarfsplanung verwendeten Risikofaktoren für eine Erhöhung des Aufwandes zur Einsatzbewältigung verantwortlich sind. So haben zum Beispiel Dachstuhlbrände und Brände in Mehrfamilienhäusern längere Einsatzdauern oder bedürfen mehr Personal. Im Gegenzug dazu spielt die Bauweise eines Gebäudes (offen/ geschlossen) keine Rolle. Bei Gebäuden mit bis zu 20 Wohnungen sinkt der Bewältigungsaufwand sogar.

Im Rahmen des Forschungsprojekts TIBRO wurde Anfang 2014 eine Master-Thesis zum Thema „Methodische Ansätze zum systemischen Szenario-Design für die strategische Planung von Feuerwehren unter Berücksichtigung gefährdungs- und risikobasierter Ansätze“ von SCHMID erstellt (vgl. SCHMID, 2014). SCHMID wertete Parameter von Szenarien für Feuerwehrbedarfspläne aus und schlug repräsentative Leitszenarien als Muster für die individuelle Planung der Feuerwehren vor. Eine Möglichkeit zur Anpassung der einzelnen Szenarien an die kommunalen Anforderungen wurde dabei offen gelassen. Das heißt, dass zum Beispiel Feuerwehren, die in einer alpinen Region tätig sind, die Steilheit des Geländes als Grund für eine Erhöhung des Bewältigungsaufwandes in Betracht ziehen sollten. SCHMID erarbeitete einen 13 Szenarien umfassenden Katalog mit fünf Brand-, vier THL-, zwei ABC- (kurz für: atomar, biologisch, chemisch) und zwei Wasserrettungsszenarien.

2.1.2 Zeitstudien

Mit Zeitstudien wurden in der Vergangenheit mehrere Aspekte untersucht, die wie folgt kategorisiert werden können:

- Verbesserung der Einsatzschnelligkeit durch Variation von technischen oder taktischen Mittel (CIMOLINO, 1991; RøSSEL; et al., 2012)
- Verbesserung der Einsatzschnelligkeit durch Variation von Funktionsstärken (AVERILL; et al., 2010; MILLER, 1984; CORTEZ, 2001)
- Überprüfung von Planungsgrundlagen (LINDEMANN, 2010)

In Deutschland wurden Zeitstudien erstmals 1983 (vgl. HAGEBÖLLING, 2003) durchgeführt. HELMS befürwortet Zeitstudien, da sie zur Lösung verschiedener weiterer Aufgabenstellungen herangezogen werden können. So dienen sie zum Beispiel der

Verbesserung der Einsatztaktik und –mittel, inklusive der Konstruktion der Feuerwehrfahrzeuge (z.B. Beladungskonzepte) und der Ermittlung des Bedarfs an Einsatzpersonal und –mitteln (vgl. HELMS, 1984).

2.1.2.1 Verbesserung der Einsatzschnelligkeit durch Variation von technischen oder taktischen Mittel

CIMOLINO führte 1991 eine empirische Studie zur Überprüfung von Zeitvorteilen bei Brandeinsätzen durch neue Technik oder Taktik durch. Dabei erfolgte die Zeitmessung für abgeschlossene Tätigkeiten (Ergebnisse oder Ereignisse) im Hinblick auf eine netzplanerische Analyse durch LEMBECK (siehe Abschnitt 2.1.3). CIMOLINO stellte heraus, dass verschiedene Geräte und Taktiken der einzelnen untersuchten Feuerwehren Zeitvorteile erbrachten. Beispiele hierfür sind Schlauchtragekörbe gegenüber C-Haspeln oder das Setzten des Verteilers durch den Maschinisten (kurz: Ma) beim Einsatz einer tragbaren Leiter.

RøSSEL; et al. haben für Brandeinsätze in Hochhäusern Zeitstudien durchgeführt. Diese dienten zur Überprüfung der Eingriffszeiten mit oder ohne Feuerwehraufzug. Die Untersuchungen stellten heraus, dass eine Verkürzung der Aufstiegszeiten mittels eines Feuerwehraufzuges sehr wahrscheinlich ist. Dies treffe aber nur zu, wenn der Aufzug leicht zu finden ist. Je höher das zu erreichende Stockwerk, desto größer wird die Differenz zwischen einem Aufstieg via Treppe oder Feuerwehraufzug.

2.1.2.2 Verbesserung der Einsatzschnelligkeit durch Variation von Funktionsstärken

International wurden, vor allem in den USA, einige Zeitstudien zur Ermittlung der Einsatzschnelligkeit durch Variation der Besatzungsstärke der Feuerwehrfahrzeuge im Erstangriff durchgeführt. Im Gegensatz zu deutschen Feuerwehrfahrzeugen sind in den USA hauptsächlich zwei Kategorien zu finden (*Ladder/ Truck* und *Engine)*. Da die Mannschaftsstärke in der Regel auf allen ausrückenden *Ladders* und *Engines* gleich ist, haben die sogenannten *Staffing Level Studies* einen hohen Stellenwert für die Personalplanung und Finanzierung von Berufsfeuerwehren. Der Ablauf solcher

Zeitstudien ist oft identisch. Es werden standardisierte Brandszenarien verschiedener Größenordnung untersucht. Die Crewstärke für *Ladder* und einer unterschiedlicher Anzahl an *Engines* variiert dabei von zwei auf bis zu fünf Funktionen.

Die Studien von AVERILL; et al., MILLER und CORTEZ brachten bei Erhöhung der Crewstärke bis auf vier Funktionen je Fahrzeug eine Reduzierung der Gesamteinsatzdauer hervor. Bei den unterschiedlich definierten Szenarien konnte keine Verbesserung durch Fünf- oder Sechs-Personen-Crews erkannt werden. Dies verdeutlicht auch Bild 1. In dem Diagramm ist auf der X-Achse die Anzahl der F/F (kurz für: *firefighters*) aufgetragen. Die Einsatzdauer kann auf der Y-Achse in Minuten abgelesen werden.

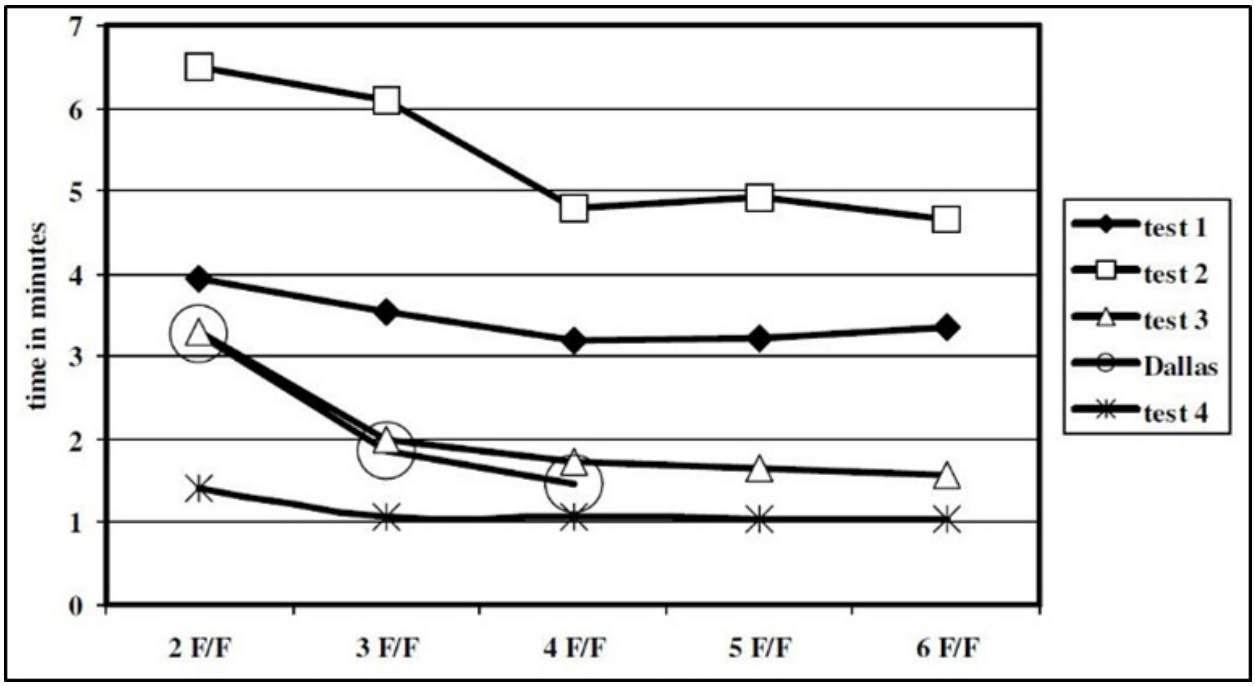


Bild 1: Variation der Funktionsstärke von zwei auf sechs FM (SB) nach CORTEZ, 2001

AVERILL stellte fest, dass bei umgekehrter Ausführung, sprich anstatt einer Erhöhung der Anzahl der Funktionsstärken bei den Übungsdurchgängen, eine Reduktion der Crewmitglieder, zu einer unsicheren Vorgehensweise verleitet, um die Einsatzzeitverlängerung zu kompensieren. So wurde zum Beispiel beim Anleitern einer

tragbaren Leiter eine Erhöhung des Unfallrisikos erkannt. Außerdem wurde bei kleineren Crewstärken eine erhöhte Herz-Kreislaufbelastung für die FM (SB) festgestellt.

Weitere Studien nutzten das *Fire Brigade Intervention Model* (kurz: *FBIM*) (vgl. FOSTER, 2004). Das *FBIM* ist eine aus Australien und Neuseeland stammende, ereignisbasierte Methode zur Modellierung von Brandeinsätzen zur Entwicklung von Brandschutzkonzepten. Dazu werden Ereignisse definiert, die wahrscheinlich bei einem Gebäudebrand von der Zündung, über die Kontrolle, bis zur Löschung auftreten. Die Dauern für die Einzelvorgänge wurden entweder durch Schätzungen, Simulation oder Zeitstudien ermittelt (vgl. RøSSEL; et al., 2012; TILL; et al., 2010). Dabei wurde Wert auf eine universale Nutzung für alle Feuerwehrarten, Mannschaftsstärken und Ressourcenbeschränkungen gelegt. In Zukunft soll es eine Software zur computerunterstützen Simulation von Brandeinsätzen geben, die vor allem auch zur Entscheidungsfindung und Taktikanpassung für die Einsatzvorplanung dient. Weiterhin ist das Modell auch zur funktionellen Anpassung von Gebäuden im Sinne des abwehrenden Brandschutzes zu nutzen, um zum Beispiel schnellere Rettungs-oder Löschzeiten zu realisieren (vgl. CLARIDGE, 2010).

2.1.2.3 Überprüfung von Planungsgrundlagen

LINDEMANN führte 2010 eine Zeitstudie mit dem Szenario des kritischen Wohnungsbrandes durch, um zu überprüfen, wie lange die Erkundungs- und Entwicklungszeit in der Realität dauert. Für den kritischen Wohnungsbrand wird, je nach Planungsgrundlage z. B. nach AGBF, 1998 oder LFV BW, 2008 eine Zeitspanne von 3 bis 4 min angenommen. LINDEMANN bewies jedoch, dass für den kritischen Wohnungsbrand eine Entwicklungszeit von durchschnittlich 13 min und 4 s benötigt wird, wodurch die von vielen Feuerwehren zu Grunde gelegte Zeitkette nicht erfüllbar ist.

2.1.3 Netzplantechnik und Simulationen

Zeitstudien und andere Verfahren zur Ermittlung von Vorgangsdauern wurden in der Vergangenheit des Öfteren benutzt, um danach Analysemethoden aus dem Projektmanagement oder Operations Research anzuwenden. Vor allem die

Netzplantechnik hat sich mittlerweile im Feuerwehrwesen etabliert. Bei den im vorherigen Abschnitt beschriebenen Studien zum *FBIM* versuchte man schon zu Beginn mit GANTT-Diagrammen und der Methode des kritischen Pfades (kurz: CPM; von *critical path method*) zu experimentieren (vgl. MARCHANT; et al., 2001).

LEMBECK analysierte 1991 mit Hilfe der CPM ein Brandszenario auf Grundlage von CIMOLINOS empirisch ermittelten Vorgangsdauern (vgl. LEMBECK, 1991). Dabei wurden Ausrückekonstellationen mit und ohne Drehleiter (kurz: DL), unterschiedlichem Löschwasservorrat und Strahlrohranzahl variiert. HAGEBÖLLING befand aufgrund LEMBECKs Untersuchungen die CPM vorerst als die am besten geeignetste Netzplantechnik für die Feuerwehr. Die Metra-Potential-Methode (kurz: MPM) bietet jedoch die größeren Variationsmöglichkeiten und macht eine Konstruktion von Scheinvorgängen überflüssig. Es ist möglich, unmittelbare, unterbrechungsfreie Abfolgen von Vorgängen zu modellieren, die exakt im gleichen Zeitraum begonnen oder beendet werden müssen, wodurch sich Feuerwehreinsätze eindeutiger beschreiben lassen. Dies erkannte auch HAGEBÖLLING in weiteren Studien (vgl. HAGEBÖLLING, 2003).

Parallel zur Szenarienanalyse für öffentliche Feuerwehren, wurde durch die Zusammenarbeit der Werkfeuerwehr Merck Darmstadt und der Universität Magdeburg ähnliche Untersuchungen für Szenarien, die für die chemische Industrie von Bedeutung sind, durchgeführt. SCHÄFER kam hierbei zu ähnlichen Erkenntnissen wie HAGEBÖLLING und bestätigte die Verwendbarkeit der Netzplantechnik, insbesondere der MPM auch für nichtöffentliche Feuerwehren (vgl. SCHÄFER, 2013). Bei den Studien von REINECKE und POGGENPOHL verwendete man außer einem reinen ABC-Szenario (Niederschlagen eines toxischen Gases), nur Brandszenarien. Die Modellierung von Einsatzzeiten erfolgte mittels GANTT-Diagrammen, deren Vorgangsdauern durch Expertenschätzungen bestimmt wurden (vgl. POGGENPOHL, 2013; REINECKE, 2008). POGGENPOHL band erstmals ein weiteres Kriterium in die Analyse ein. Er untersuchte mit Hilfe der Netzplantechnik die theoretische Belastung der Einsatzkräfte. Je nach Personal- und Technikeinsatz konnten nicht nur verschiedene Entwicklungszeiten, sondern auch unterschiedliche Belastungen auf die Einsatzkräfte in Form von zeitlicher oder vermuteter körperlicher Beanspruchung identifiziert werden. Nach POGGENPOHL würde die damit einhergehende Fehlerhäufigkeit zu unsicherer Arbeitsweise bei gleicher Zielvorgabe führen.

Bei geringeren Funktionsstärken, wurde folgendes beobachtet:

- Angriffstrupp 1 (kurz: AT) und Führungspersonal: Konstante Beanspruchung
- AT 2: Ansteigende Beanspruchung
- Sicherheitstrupp: Fallende Beanspruchung
- Bis acht Funktionen: neue Bildung von AT 2 durch Einheitsführer 2 (kurz: EFü) & Ma 2 nötig; Maschinisten müssen generell Wassertrupp kompensieren

Neben der Netzplantechnik wurden zur Leistungsermittlung von TILL; et al. Computersimulationen eingesetzt um Aufstiegszeiten mit und ohne Feuerwehraufzug nachzuahmen. Sie kamen zu ähnlichen Erkenntnissen, wie RøSSEL; et al. (vgl. Abschnitt 2.1.2).

2.1.4 Beurteilung der bekannten Literatur und mögliche weitere Lösungsansätze zur Erarbeitung der Untersuchungsmethodik

Die beschriebenen Arbeiten liefern einige Ansatzpunkte zur Lösung der Aufgabenstellung. HILDEBRAND und LANGER konnten beispielsweise für den kritischen Wohnungsbrand herausarbeiten, dass aus statistischer Sicht in der Regel zwei Staffeln für die Bewältigung ausreichend sind. Der technische Bericht der vfdb fordert für dieses Szenario zwischen neun und 16 Funktionen (vgl. VFDB, 2007). Eine wissenschaftliche Grundlage, wie viele Funktionen genau für gewisse Szenarienarten oder Leitszenarien unter Berücksichtigung von Gütekriterien nötig sind, gibt es bisweilen nicht. Deshalb bedarf es einer Ermittlung des Leistungsvermögens von taktischen Einheiten, um Rückschlüsse auf die tatsächlich benötigten Mittel und Kräfte zu ziehen.

Bild 2 (siehe S. 20) veranschaulicht die Schrittfolge zur endgültigen Untersuchungsmethodik. Die verschiedenen Ansätze sind mit ihren Vorteilen und unabwendbaren Problemen dargestellt. Weiterhin sind im Schaubild die übernommenen und zusätzlichen, in die Untersuchungsmethodik einfließenden Aspekte ersichtlich. Die Pfeile verdeutlichen, bis wie weit die jeweiligen Ansätze als erfolgreich erachtet wurden.

Unabhängig von den in der oben beschriebenen Literaturrecherche traditionsbasierten Konzeptionen, wurden im Zuge dieser Arbeit alternative, methodische Ansätze geprüft

(vgl. Bild 2; S. 20). Bezüglich der Identifikation des Leistungsvermögens einer taktischen Einheit bestehen mehrere denkbare Herangehensweisen durch die Sportwissenschaft, die Entscheidungstheorie und das Operations Research. Eine reine Beschreibung möglicher Szenarien für die jeweiligen taktischen Einheiten in Szenarienarten ist ebenso vorstellbar. Durch Befragung mehrerer Personen würde so ein umfassender Szenarienkatalog entstehen, der für eine gewisse Einheitsgröße wahrscheinlich bewältigt werden kann. Die erarbeiteten Maximalszenarien lassen sich jedoch wissenschaftlich nicht überprüfen und basieren vorwiegend auf der Erfahrung der befragten Personen und damit derer subjektiver Einschätzung. Weiterhin ist aufgrund der Übersichtlichkeit ein mathematischer oder graphischer Vergleich des Leistungsvermögens wünschenswert. Für einen solchen Vergleich sind wiederum Variablen notwendig, weshalb Verfahren zu favorisieren sind, die Messwerte oder sonstige zählbare Werte liefern. Die beschriebene Methode bleibt deshalb unbeachtet.

Die Sportwissenschaft bietet Ansätze zum Vergleich von Messwerten. Durch die analytische Diagnostik via Blutdruck, Lactatschwelle, Blutzucker oder Herzfrequenz können zwar eine Menge Aussagen zur individuellen Leistungsfähigkeit und die Einsatzsicherheit bezogen auf die physiologischen Voraussetzung jedes FM (SB) getroffen werden, jedoch erscheinen die Versuche hierzu zu aufwendig, weshalb von einer Leistungsdiagnostik abgesehen wird. Qualitative Aspekte von Feuerwehreinsätzen können mit dieser Methodik nicht untersucht werden. Zur Analyse von körperlichen Risiken in Bezug auf die Einsatzsicherheit, liegen hier jedoch Potentiale vor.

Zur Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen, ähnlich dieser Arbeit, werden in der Betriebswirtschaft unter anderem Methoden aus der Wahrscheinlichkeitstheorie verwendet. Nutzwertanalysen, die multikriterielle Entscheidungsanalyse oder Bayes'sche Netze sind beispielhafte Anwendungen aus der Entscheidungstheorie. Es liegt nahe solche Methoden auf Ihre Verwendbarkeit zu überprüfen, auch aufgrund der Tatsache, dass Bayes'sche Netze bereits im vorbeugenden Brandschutz Verwendung fanden (vgl. MAAG, 2004). Im Gegenzug zu allen bislang betrachteten Verfahren ist in der Entscheidungstheorie meist eine Integration und Verknüpfung unterschiedlichster Parameter möglich. Dies ist besonders für die, in dieser Arbeit angestrebte, Betrachtung der drei, miteinander schwer vergleichbaren, Gütekriterien Schnelligkeit, Sicherheit und Qualität von Vorteil. Die Auswahl und Gewichtung der Unterparameter dieser Kriterien geschieht jedoch gerade bei der Nutzwertanalyse subjektiv, wodurch einige Verfahren

vom Anwender abhängig sind und deshalb nicht geeignet erscheinen. Weiterhin ist nicht abschätzbar, ob eine solche Methodik auf den abwehrenden Brandschutz übertragbar ist. Die Entscheidungstheorie basiert zudem meist auf statistischen Daten, welche zuvor ermittelt werden müssten, was die Untersuchungsdauer dieser Arbeit übersteigt.

Wie in Abschnitt 2.1.3 beschrieben, wurden bereits Verfahren aus dem Operations Research, wie Netzplantechnik und Simulationen (vgl. HAGEBÖLLING, 2003; MARCHANT, 2001; LEMBECK, 1991), in feuerwehrspezifischen Studien angewandt. Eine Betrachtung des Einsatzablaufes mit dem Hintergrund, neben Schnelligkeitsunterschieden auch Qualitäts- und Sicherheitsunterschiede zu identifizieren fehlt bisweilen aber gänzlich.

Obwohl eine nicht-szenarienbasierte, Betrachtungsweise angestrebt wird, kann gerade infolge der Methodik bei den bekannten Verfahren aus dem Operations Research nicht auf eine Zugrundelegung von Szenarienparametern verzichtet werden. Szenarienparameter, wie sie im technischen Bericht der vfdb, in LANGERS und SCHMIDS Untersuchungen aufgeführt werden, sind nützlich um verschiedene Bewältigungsaufwände abzuleiten. Dabei dürfen nur so wenig wie mögliche Parameter festgelegt werden, um Maximalszenarien herausarbeiten zu können. Nichtsdestotrotz wurden die Szenarienparameter der beschriebenen Literatur nicht für die Ermittlung des Leistungsvermögens konzipiert. Insbesondere aufgrund der grundsätzlich verschiedenen Betrachtungsweisen (Vorhandene Literatur: Szenarienbasiert/ vorliegende Arbeit: Funktionsstärkenbasiert) können deshalb die meisten Parameter nicht übernommen oder müssen im Hinblick auf die angewendete Methodik abgeändert werden.

Mit Hilfe der Netzplantechnik wurden in der Vergangenheit häufig Effizienzbetrachtungen durchgeführt. Durch die bekannten Verfahren lassen sich die Abfolgen von Vorgängen für gewisse Szenarien veranschaulichen und Zeitberechnungen durchführen. GANTT-Diagramme sind für die einfache Darstellung von Arbeitsabläufen und deren Auswertung bekannt (vgl. RUNZHEIMER, 1999). Zur Betrachtung des Gütekriteriums „Schnelligkeit“, erscheint es deshalb sinnvoll, für gewisse Szenarienarten typische Vorgänge zu identifizieren und diese der Reihe nach und parallel zu modellieren. Eine genauere netzplanerische Analyse, wie sie durch MPM, CPM oder ähnliche Methoden möglich wäre, wird für die Lösung der Aufgabenstellung nicht benötigt.

Die für die Anwendung der Netzplantechnik erforderlichen Vorgangsdauern, der bei Feuerwehreinsätzen auftretenden Arbeitsschritte, lassen sich für verschiedene Funktionsstärken mittels Zeitstudien, Expertenbefragung (vgl. POGGENPOHL, 2013) oder vorhandenen Studien, wie *FBIM* oder LINDEMANN, ermitteln. Von *FBIM* und LINDEMANN können jedoch nur Daten für Brandszenarien oder allgemeine Grundtätigkeiten, welche auf andere Szenarien übertragbar sind, übernommen werden. Szenarienspezifische Tätigkeiten müssen anderweitig ermittelt werden. Da eine empirische Ermittlung durch Zeitmessungen nicht im Untersuchungszeitraum dieser Arbeit durchgeführt werden kann, wird für die vorliegende Studie eine Befragung angestrebt. Mit Hilfe einer, in die Schätzung der Vorgangsdauern integrierten, Risikoanalyse und Qualitätsbewertung werden Sicherheits- und Qualitätsunterschiede für verschiedene Funktionsstärken erfasst.

Außer einem reinen ABC-Szenario, welches von POGGENPOHL und REINECKE benutzt wurde, sind dem Verfasser keine Studien bekannt, in denen Szenarien anderer Szenarienarten, außer Brände, betrachtet wurden. Da es sich bei diesem Szenario um das Niederschlagen von toxischen Gasen handelt, lässt sich die Netzplanung mit annähernd denselben Tätigkeiten durchführen, wie sie bei Brandszenarien ermittelt werden können. Deshalb liegen momentan noch keine Referenzdaten für andere Szenarienarten vor. Da eine Feuerwehr jedoch nicht nur Brandeinsätze zu bewältigen hat, kann bis dato nicht beurteilt werden, wieviel eine taktische Einheit tatsächlich leisten kann. Eine Erarbeitung eines Szenarienkataloges mit ausgewählten Szenarienarten wird angestrebt, um eine umfassendere Leistungsbeurteilung zu realisieren (vgl. Kapitel 3).

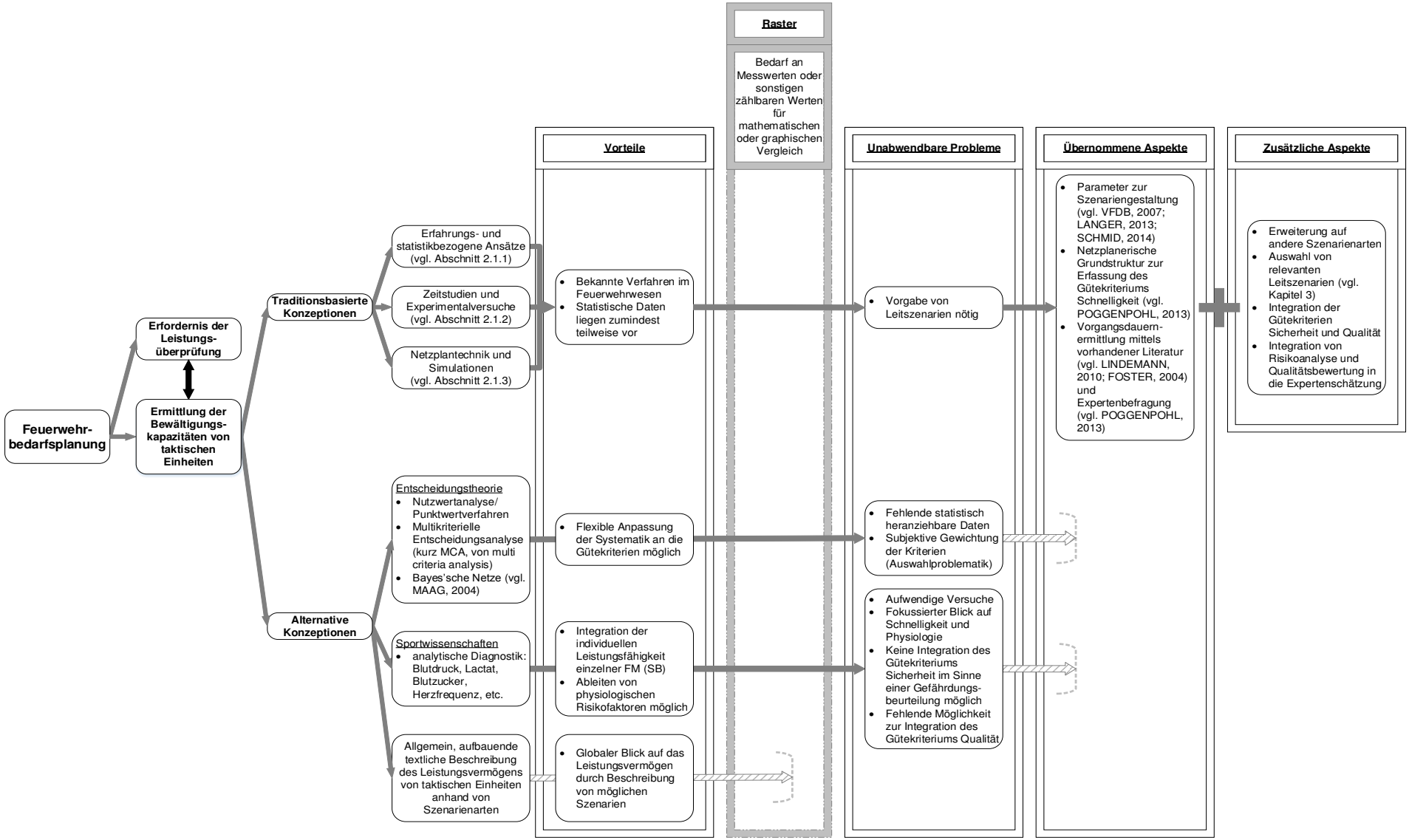


Bild 2: Schrittfolge zur Untersuchungsmethodik

2.2 Taktische Einheiten der Feuerwehr

Folgender Abschnitt gibt einen Überblick über die in dieser Arbeit verwendeten taktischen Einheiten und deren Zusammensetzung.

Nach Feuerwehr-Dienstvorschrift 3 (kurz: FwDV 3; vgl. AFKzV, 2008) setzen sich taktische Einheiten aus Mannschaft und Einsatzmitteln zusammen.

2.2.1 Mannschaft

Die Mannschaftsstärke hängt von der Anzahl der zum Einsatz kommenden FM (SB) ab und ist somit gleichbedeutend mit der Funktionsstärke. In der Regel wird die Mannschaftsstärke durch drei oder vier Zahlen, die durch einen Schrägstrich getrennt sind, angegeben. Dies geschieht nach folgender Systematik:

Einheitsführer/ Unterführer/ Mannschaft/ <u>Gesamtstärke</u>

Die FwDV 3 nennt nur die taktischen Einheiten „Selbstständiger Trupp, Staffel, Gruppe und Zug“. Aufgrund der gängigen Praxis und zur Bearbeitung des Themas ist es angebracht, als Grundeinheiten hier auch dem Trupp und der „Einzelfunktion“ Beachtung zu schenken. Ebenso wird der vielerorts vorgehaltene AGBF-Löschzug betrachtet.

- **Einzelfunktion**

Beispiele für Einzelfunktionen sind der Maschinist, Einsatzleiter (kurz: EL), Melder (kurz: Me) und alle weiteren Einzelpersonen im Feuerwehreinsatz. Die Stärke ist 0/ 1/ <u>1</u>.

- **Trupp**

Der Trupp besteht aus zwei Einzelfunktionen und agiert innerhalb einer übergeordneten taktischen Einheit. Es wird unterschieden zwischen Truppmann und Truppführer. Beispiele für einen Trupp sind Angriffs-, Wasser- und Schlauchtrupp. Die Stärke ist jeweils 0/ 2/ <u>2</u>.

- **Selbstständiger Trupp**

Der selbstständige Trupp besteht aus drei Einzelfunktionen und kann, im Gegensatz zum Trupp, eigenständig eingesetzt werden. Dies geschieht charakteristisch bei truppbesetzten Fahrzeugen, wie der DL, dem Rüstwagen (kurz: RW) oder dem Einsatzleitwagen (kurz: ELW). In der Regel wird der selbstständige Trupp aus einem Truppführer, einem Fahrer (Ma) und einem Truppmann gebildet. Der Zugtrupp eines Zuges setzt sich aus einem stellvertretendem Zugführer (Führungsassistent, kurz: FüAss), einem Fahrer (Ma) und einem Führungsgehilfen (Me) zusammen. Die Stärke ist jeweils 1/ 2/ 3.

In Folge von Kosteneinsparungen bei Berufs- und Werkfeuerwehren werden auf den oben genannten Fahrzeugen häufig, entgegen der FwDV 3, keine selbstständigen Trupps mehr eingesetzt. Die anfallenden Arbeiten werden dann auf die Funktionen aufgeteilt. Eine DL ist somit zum Beispiel nur noch mit einem Truppführer und einem Maschinisten besetzt und hat eine Mannschaftsstärke von 1/ 1/ 2.

- **Staffel**

Die Staffel besteht aus sechs Einzelfunktionen. Dazu gehört ein Staffelführer, ein Maschinist sowie der Angriffs- und Wassertrupp. Die Stärke ist 1/ 5/ 6.

- **Gruppe**

Die Gruppe besteht aus neun Einzelfunktionen. Dazu gehört ein Gruppenführer (kurz: GF), ein Maschinist sowie der Angriffs-, Wasser-, und Schlauchtrupp. Die Stärke ist 1/ 8/ 9.

Die Gruppe ist laut FwDV 3 die taktische Grundeinheit der Feuerwehr zur Abarbeitung von Einsätzen. Sie kann auch durch eine Staffel und einen selbstständigen Trupp gebildet werden. Hierfür stellt der selbstständige Trupp dementsprechend den Schlauchtrupp und den Melder zur Komplettierung der Mannschaftsstärke einer Gruppe.

- **Zug nach FwDV 3**

Der Zug besteht aus 22 Einzelfunktionen und ist somit die größte reguläre taktische Einheit nach FwDV 3. Die Stärke ist 1/ 4/ 17/ 22. Er kann durch verschiedene taktische Einheiten gebildet werden. In der Regel bildet sich ein Zug aus zwei Gruppen (2/ 16/ 18), einem Zugtrupp (1/ 2/ 3) und dem Zugführer (1/ 0/ 0/ 1). Auch eine Erweiterung mit bis zu einer Gruppe auf eine Mannschaftsstärke von 31 FM (SB) ist nach FwDV 3 möglich.

In der Praxis ist eine Mannschaftsstärke mit 22 Funktionen häufig nur bei freiwilligen Feuerwehren im Ersteinsatz üblich, sofern es die Alarmierbarkeit zulässt. Bei Berufs- und Werkfeuerwehren werden aus Kostengründen in der Regel keine Züge nach FwDV 3 für den Grundschutz vorgehalten. Wenn in dieser Arbeit von einem Zug die Rede ist, wird eine taktische Einheit mit 22 Funktionen gemeint, der sich aus einer Gruppe (1/ 8/ 9), einer Staffel (1/ 5/ 6), einem selbstständigen Trupp (1/ 2/ 3), dem Zugtrupp (1/ 2/ 3) und dem Zugführer (1/ 0/ 0/ 1) zusammensetzt. Der selbstständige Trupp dient zur Zuführung von, für das jeweilige Szenario benötigte, spezielle Einsatzmittel, wie DL oder Gerätewagen-Gefahrgut (kurz: GWG).

- **Zug nach AGBF**

Ein weiteres Zugkonzept stellt der Vorschlag der AGBF dar (vgl. AGBF, 1998). Eigentlich gilt die Empfehlung der AGBF wörtlich nur für einen Löschzug, da sie für den kritischen Wohnungsbrand ausgearbeitet wurde. Jedoch können hiermit auch andere Einsätze für den Grundschutz abgearbeitet werden. Der AGBF-Zug besteht aus 16 Funktionen, wobei im Allgemeinen ein ELW (1/ 0/ 1/ 2), zwei staffelbesetzte Hilfeleistungslöschfahrzeuge (kurz: HLF) (2/ 10/ 12) und eine DL (0/ 2/ 2) zum Einsatz kommen. Wenn hier weiterhin von AGBF-Zug die Rede ist, ist ein Zug mit 16 Funktionen gemeint, unabhängig mit welchen Einsatzmitteln. Die Stärke ist 1/ 2/ 13/ 16. Der Trupp dient hier, wie der selbstständige Trupp des Zuges, auch der Zuführung von speziellen Einsatzmitteln.

2.2.2 Einsatzmittel

Einsatzmittel sind alle Fahrzeuge, Geräte und Materialien, die die Einsatzkräfte zur Auftragserfüllung benötigen (vgl. FNFW, 2010).

Fahrzeuge sind mit der für den Einsatz spezifischen feuerwehrtechnischen Beladung ausgerüstet und werden mit der entsprechenden Mannschaft besetzt. Um dabei einen deutschlandweit, einheitlichen Stand zu gewährleisten, werden Einsatzmittel vom Normenausschuss Feuerwehrwesen in Zusammenarbeit mit weiteren Gremien und Ausschüssen kontinuierlich geprüft und genormt. Die Beladung reicht dabei von Geräten zur Brandbekämpfung, Durchführung von technischen Hilfeleistungen bis zu Großschadenslagen. Die Feuerwehrfahrzeuge werden zudem je nach Besatzungsgröße beziehungsweise Mannschaftsstärke benannt. Es gibt drei Fahrzeugklassifizierungen, die mit den taktischen Einheiten der FwDV 3, selbstständiger Trupp, Staffel und Gruppe, korrelieren. Die wichtigsten Feuerwehrfahrzeuge und deren hauptsächliche Einsatzbestimmung sind in Anhang A tabellarisch aufgeführt.

3. Szenarienkatalog

Feuerwehrbedarfspläne, Empfehlungen und themenverwandte, wissenschaftliche Studien (vgl. BEZIRKSREGIERUNG KÖLN, --; BOSENBECKER, 2012; BRANDDIREKTION STUTTGART, 2011, sowie die meisten aus Abschnitt 2.1) sehen nur für wenige Einsatzarten Beispielszenarien vor. Der Hauptfokus liegt dabei auf Brandszenarien, speziell auf dem kritischen Wohnungsbrand nach AGBF, obwohl etwa die Studie von HILDEBRAND belegt, dass durchschnittlich weniger als 0,001% der gesamten Einsätze (vgl. HILDEBRAND, 2013) die Kriterien für dieses definierte Szenario erfüllen. Die untersuchten Einsatzdaten (acht Gemeinden unterschiedlicher Größe, fünf Jahre Datenzeitraum) ergaben eine Statistik, die wohl für öffentliche Feuerwehren in Deutschland als repräsentativ angenommen werden kann.

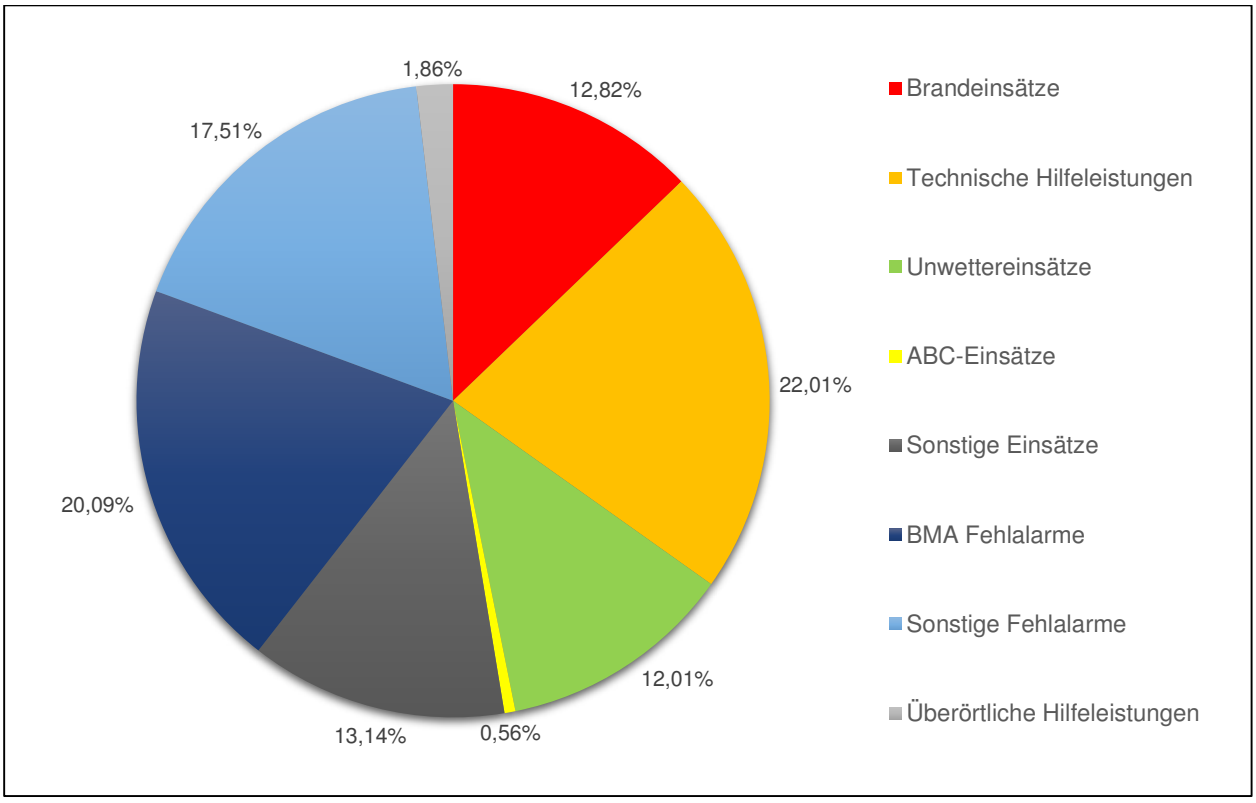


Bild 3: Relative Häufigkeiten der Einsatzarten in acht Gemeinden in einem Zeitraum von fünf Jahren (nach HILDEBRAND, 2013)

Bild 3 zeigt die Verteilung der Einsätze in den acht von HILDEBRAND untersuchten Gemeinden. Wasserrettungseinsätze wurden den THL-Einsätzen zugeordnet. Die

Summe der relativen Häufigkeiten der BMA- (kurz für: Brandmeldeanlage) und aller anderen Fehlalarme beträgt 37,6%. Sonstige Einsätze sind als „Kann“-Aufgaben der Feuerwehren, wie z.B. Sicherheitswachen, Absperrmaßnahmen bei Veranstaltungen, etc. zu verstehen.

Eine alleinige Analyse des Leistungsvermögens für Brandszenarien erscheint deshalb zu eindimensional, insbesondere durch das vielfältige Einsatzspektrum von heutigen Feuerwehren. Um eine umfassende Beurteilung des Bewältigungsaufwandes durchführen zu können, bedarf es folglich an verschiedenen Szenarienarten. Für die Untersuchung bis zu einem Zug können jedoch, angesichts des begrenzten Leistungsvermögens nicht alle erdenklichen Szenarien berücksichtigt werden. Taktische Einheiten bis zu einem Zug können aber eine ausreichend große Bandbreite abdecken um den Grundschutz sicherzustellen. Deshalb werden besonders repräsentative Szenarien, für die Szenarienarten als Leitszenarien ausgewählt. Auch aufgrund dessen, dass nicht alle realen Einsatzarten, wie Fehlalarme, Sicherheitswachen und überörtliche Hilfeleistungen für eine Feuerwehrbedarfsplanung in Betracht kommen. Eine rein statistische Betrachtungsweise der Einsatzarten, wie im oben abgebildeten Diagramm, ließe zudem fälschlicherweise die Schlussfolgerung zu, dass beispielsweise für BMA-Fehlalarme eine Einzelfunktion ausreichen würde, um die Lage vor Ort als irrelevant für die Feuerwehr zu identifizieren und die BMA zurückzustellen. Leitszenarien können dabei helfen, Grundaufgaben und Mindeststandards zu definieren.

In diesem Kapitel wird ein Szenarienkatalog erarbeitet, der für relevante Szenarienarten jeweils ein allgemeines Leitszenario bereitstellt. Wünschenswert sind so offen wie möglich gestaltete Szenarien um Maximalszenarien ableiten zu können. Das heißt, dass die Leitszenarien im Bewältigungsaufwand durch variable Parameter gestaltet und nur möglichst wenige Annahmen getroffen werden um diese zu beschreiben. Es wird also beispielsweise nicht genau vorgegeben, wie viele Personen aus welchem Stockwerk mit welchem Rettungsmittel gerettet werden müssen und danach die entsprechende Zeit modelliert, die zur Rettung durch eine gewisse Anzahl an FM (SB) benötigt wird. Vielmehr wird durch sogenannte Taktzeiten und Meilensteine (unter anderem die Zeit bis zur ersten Menschenrettung über eine Steckleiter) ausgedrückt, wie schnell die jeweilige taktische Einheit agieren kann. Die variablen Parameter dienen somit der Erhöhung der Komplexität und Größe der Leitszenarien und lassen Rückschlüsse auf die Bewältigungskapazität zu. Meilensteine sind aus der Netzplantechnik als Ereignisse von

besonderer Bedeutung bekannt. Sie markieren den Fortschritt und grenzen beispielsweise Phasen im Projektmanagement ab. In der vorliegenden Arbeit werden sie zum Vergleich der Schnelligkeit jeder untersuchten taktischen Einheit benutzt. Taktzeiten werden weiterhin eingeführt um diesen Vergleich für aufsteigende Funktionsstärken durchführen zu können, bei denen parallel mehrere Untereinheiten dieselbe Tätigkeit verrichten.

Brandszenarien werden nach DIN 14010 nach der Anzahl der eingesetzten Strahlrohre gegliedert (vgl. FNFW, 2005). Dies lässt vordergründig Rückschlüsse auf die benötigte Bewältigungskapazität zu. Jedoch wird ein Fahrzeugbrand, der mit einem C-Rohr gelöscht wird, nach DIN 14010 als „Kleinbrand b“ bezeichnet. Wird derselbe Brand mit einem Schaumrohr, sprich einem Sonderrohr, was bei Fahrzeugbränden oftmals zum Einsatz kommt, gelöscht, ist die Einteilung in die Klasse „Großbrand“ vorgesehen. Dies sollte in der Regel aber nicht dem realen Einsatzumfang und damit dem Bewältigungsaufwand entsprechen. Zudem sind keinerlei Parameter für die Dauer, die Komplexität oder die Größe eines Brandes vorgesehen, was eventuell für diese Untersuchung relevant wäre. Aus diesen Gründen scheint eine Einordnung aus Sicht des Verfassers nach DIN 14010 für diese Untersuchung unzureichend, weshalb andere Parameter für den Bewältigungsaufwand eingeführt werden müssen. Für weitere Szenarienarten liegen bis dato keine Kategorisierungen vor, weswegen eine eigene, an die angewandte Methodik angepasste, Parametrisierung nach obiger Beschreibung benutzt wird.

Durch die Auswertung von Bild 3 (siehe S. 25), erscheint es naheliegend, für folgenden Szenarienarten Leitszenarien zu bilden:

- **Brand**
- **THL**
- **Unwetter**
- **ABC**
- **Eis-, Wasserrettung**

SCHMID zeigte in seinen Studien, dass Unwetterszenarien den THL-Szenarien untergeordnet werden können, da die Aspekte Wind, Starkregen, Erdbeben, etc. als sogenannte Wechselwirkung einfließen (vgl. SCHMID, 2014). Letztendlich macht es zum

Beispiel keinen Unterschied, ob ein Baum aufgrund eines Unwetters, oder als Folge eines Unfalles auf der Straße liegt und beseitigt werden muss. Auch aufgrund des bei einem Unwetterereignis zu erwartenden Bewältigungsaufwandes, bedingt durch eine Flächenlage, der eine Zuggröße oftmals übersteigen dürfte, wird in dieser Arbeit von einer Betrachtung des Leistungsvermögens für Unwetterszenarien Abstand genommen.

Trotz der ansatzweise variablen Leitszenariengestaltung, müssen Umgebungsparameter und Parameter, die die Technik und Taktik betreffen, hinsichtlich eines Vergleiches der Ergebnisse, festgelegt werden. Um die technische und taktische Variation (vgl. CIMOLINO, 1991) einzuschränken und den Fokus auf das Leistungsvermögen der Funktionsstärken zu setzten, werden für alle Leitszenarien folgende Grundsätze getroffen:

- Witterung: kein Niederschlag, Windgeschwindigkeit (≤ 1 $\frac{m}{s}$)
- Zeitraum: am Tag
- Gleichzeitiges Eintreffen aller taktischen Einheiten
- Löschwasserkapazität aus dem Trinkwassernetz stets ausreichend
- Verlegung von B-Schläuchen mit Einmann-Schlauchhaspel
- Nutzung von Schnellangriffsverteilern (eine B-Länge)
- Verlegung von C-Schläuchen mit Tragekörben
- Nutzung von Hohlstrahlrohren im Innenangriff und CM-Strahlrohren im Außenangriff
- Nutzung der Steckleiter als tragbare Leiter

Es wird angenommen, dass die oben aufgezählten Grundsätze, die die Feuerwehrtechnik und –taktik betreffen, heutzutage als Standard gelten und die beschriebene Technik flächendeckend verfügbar ist. Es steht außer Frage, dass technische und taktische Weiterentwicklungen, wie zum Beispiel die Verwendung von Schlauchpaketen im Innenangriff oder neuere Unterbaumöglichkeiten für die THL, bei gut ausgebildeten FM (SB) einen Zeitvorteil und damit Schnelligkeitszuwachs erzielen können. Ebenso sind durch technische Neuerungen Unterschiede in der Sicherheit und Qualität möglich.

Trotz der Annahme der oben dargestellten Grundsätze kann durch die, in einigen Szenarien beschriebenen technisch-taktischen Variationen auch eine weiterführende Leistungsüberprüfung erfolgen.

Die folgenden Abschnitte 3.1 bis 3.4 geben einen Überblick über die verwendeten Leitszenarien und die Parameter, die später zur Identifikation der Maximalszenarien und Unterschiede des Leistungsvermögens dienlich sind. Um die neu erarbeitete Untersuchungsmethodik zu erproben und aufgrund der begrenzten Bearbeitungszeit, können trotz der so offen wie möglich gestalteten Szenarien nicht so viele Parameter, wie zum Beispiel im vfdb-Bericht für Brandeinsätze aufgeführt sind, beachtet werden.

3.1 Wohnungsbrand-Szenario

In Anlehnung an den in Feuerwehrbedarfsplänen oft zitierten kritischen Wohnungsbrand (vgl. LINDEMANN, 2010), wird zur Bestimmung von Maximalszenarien ein Wohnungsbrand mit verschiedenen Parametern angenommen.

Fixe Parameter

- Umgebungstemperatur (20 °C)
- Brand in einem Wohngebäude und unterschiedlicher Anzahl an eingeschlossenen Personen
- Wohnungsgröße nach bundesdurchschnitt ca. 90 m² (vgl. DESTATIS, 2014)
- Geschosshöhe im Mittel 2,8 m, wodurch 16 Stufen pro Stockwerk mit à 0,175 m Steighöhe angenommen werden können
- Alle Personen im 2. OG
- Rettung von gehunfähigen Personen nur über Treppe
- Gewaltsame Türöffnung für Wohnungstür und Haustüre notwendig
- Löschwasserversorgung aus Trinkwassernetz via Unterflurhydrant im bebauten Gebiet mit einem maximalen Hydrantenabstand von 150m (vgl. DVGW, 2004) → maximal 4 B-Längen
- Angriffstrupp ist bei Eintreffen bereits mit PA ausgerüstet
- Steckleiterentnahme mit 4 Funktionen nach FwDV 10 (vgl. AFKzV, 1996)

Variable Parameter

- Möglichkeit zur Durchführung einer Brandbekämpfung außerhalb des Gebäudes
- Anzahl der C-Rohre im Außeneinsatz
- Möglichkeit zur Durchführung eines Such- und Rettungseinsatzes unter PA
- Anzahl der Trupps unter PA
- Möglichkeit zur Rettung gehunfähiger Personen
- Möglichkeit zur Durchführung des Schlauchmanagements außerhalb des Gebäudes

Meilensteine und Taktzeiten

- Zeit bis zur ersten Menschenrettung über den betrachteten Rettungsweg
- Takt bis zur Rettung weiterer Personen über den betrachteten Rettungsweg

Durch die aufgeführten Parameter ist eine Schlussfolgerung auf den Umfang des Außenlöschangriffs beziehungsweise den Schutz für Nachbargebäude möglich. Weiterhin kann die Güte der Menschenrettung beurteilt werden.

Neben der Variation der Personalstärke gibt es folgende technisch/ taktische Variation:

- Rettung der Personen über Treppe, DL oder Steckleiter

3.2 THL-Szenario

Zu THL-Szenarien zählen zum Beispiel die Rettung aufgrund der Folge einer mechanischen Zwangslage, Rettung aus Höhen oder Tiefen und auch Unwetter. Anlässlich der großen taktischen Bandbreite, wird für diese Arbeit nur die Rettung in Folge mechanischer Zwangslage im Straßenverkehr verwendet. Eine Eingrenzung auf den Straßenverkehr ist sinnvoll, da dieses Szenario ein häufiger und bei der breiten Bevölkerung einprägsamerer Einsatzgrund darstellt, zumal in einigen Feuerwehrbedarfsplänen der kritische Hilfeleistungseinsatz/ Verkehrsunfall (kurz: VU) Bestandteil der Personalbemessung ist (vgl. beispielsweise BEZIRKSREGIERUNG KÖLN, --).

Fixe Parameter

- Umgebungstemperatur (20 °C)
- Verkehrsunfall eines oder mehrerer Personenkraftwagen (kurz: PKW) mit eingeklemmten und zu versorgenden/ betreuenden Personen auf einem Verkehrsweg in der Art einer Kreisstraße mit jeweils einem Fahrstreifen pro Fahrbahnrichtung
- Beteiligte/ beteiligtes Fahrzeuge/ Fahrzeug befinden/ befindet sich auf der Straße und steht auf den Rädern
- Türen verklemmt und Fahrzeugfront deformiert
- Löschwasser der anrückenden Fahrzeuge ausreichend zur Brandsicherung
- Kein Brandausbruch
- Unterbau mit normalem Rüstholz und Keilen

Variabler Parameter

- Anzahl der Personen, die in einer gewissen Zeitspanne gleichzeitig betreut werden können
- Möglichkeit einer technischen Rettung

Meilenstein und Taktzeit

- Zeit bis zur ersten Menschenrettung
- Takt bis zur Rettung weiterer Personen

Die aufgeführten Parameter ermöglichen eine Schlussfolgerung auf den Umfang der Betreuung/ Versorgung von verletzen Personen, die technische Rettung und über deren Güte.

3.3 ABC-Szenario

Das Spektrum von ABC-Szenarien ist, schon alleine durch die im Begriff steckenden atomaren, biologischen oder chemischen Gefahren, ähnlich groß, wie bei der THL. Da die meisten ABC-Szenarien das Leistungsvermögen bis zu einem Zug häufig übersteigen

dürften, wird als repräsentatives Leitszenario ein Ammoniakaustritt aus einem Tankfahrzeug, ähnlich einem von REINECKE beschriebenen Szenario (vgl. REINECKE, 2008), angenommen. Szenarien, die durch einen Austritt von biologisch oder chemisch gefährlichen Substanzen definiert sind, werden hier, insbesondere aufgrund des noch größeren, erwarteten Bewältigungsaufwandes nicht betrachtet.

Fixe Parameter

- Umgebungstemperatur (20 °C)
- Leckage eines Tankwagens auf einer versiegelten Fläche in dichtbebautem Umfeld
- Kreisförmige Leckage mit einem Durchmesser von 2 cm
- Ammoniakaustritt aus der gasförmigen Phase des Tanks
- Tankvolumen: 35 m^3
- Wasserversorgung aus Trinkwassernetz via Unterflurhydrant
- Keine Personen im Gefahrenbereich

Variable Parameter

- Möglichkeit zur Abdichtung der Leckage und Durchführung der Dekontamination
- Art der Dekon-Stufe
- Anzahl der vorgenommenen C-Rohre zum Niederschlag des Ammoniaks
- Ausgetretene Masse des Ammoniaks bis zum Beginn des Niederschlags

Meilensteine

- Zeit bis zum Abdichten der Leckage
- Zeit bis zum Absperren des Gefahrenbereichs
- Zeit bis zum Anfang des Niederschlagens des Ammoniaks

Die aufgeführten Parameter lassen eine Schlussfolgerung auf die Güte der Maßnahmenausführung und die aufgebaute Dekon-Stufe zu.

3.4 Eisrettungs-Szenario

Aus Sicht des Verfassers ist es zweckmäßig, die Szenarienart Eis-/ Wasserrettung auf ein Eisrettungs-Szenario einzugrenzen. Dies hat den Vorteil einer medizinisch fundierten Einsatzzeitgrenze von max. 30 min in 0 °C bis 4 °C warmem Wasser bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit (vgl. BEIER, 2006/ nach US-Coast Guard, 2002; PRAETORIUS, 2004), wodurch der Einsatzerfolg durch einen Abgleich mit theoretisch modellierbaren Einsatzdauern nachzuvollziehen ist. Für die Modellierung des Leistungsvermögens kann somit eine klare Zeitgrenze gezogen werden, ab wann der Einsatzerfolg wahrscheinlich nicht mehr eintritt, da ab diesem Zeitpunkt auch mit eine0m Ertrinken, infolge der Bewusstlosigkeit gerechnet werden muss, wenngleich durch die Unterkühlung von einer aus medizinischer Sicht längeren Gesamtüberlebensdauer auszugehen ist. Ausgeschlossen wird deshalb der Einsatz von Tauchern, da hier angenommen werden muss, dass die eingebrochene Person nicht mehr an der Wasseroberfläche ist und somit eine letale oder zumindest lebensbedrohliche Schädigung des Organismus durch Sauerstoffmangel eintritt. Zudem ist eine Modellierung von Tauchereinsätzen nur schwer vorstellbar. Die Einsatzmöglichkeit von motorbetriebenen Rettungsbooten in verschiedenen Größen zur zeitgleichen Rettung mehrerer Personen entfällt ebenfalls, weil bei deren Einsatz das Leistungsvermögen maßgeblich von der eingesetzten Technik abhängig wäre. Dennoch werden gängige Geräte zur Eisrettung untersucht, da die eingesetzte Technik durchaus Einfluss auf die benötigten Funktionsstellen hat.

Fixe Parameter

- Umgebungstemperatur (-10 °C)
- Einbruch einer oder mehrerer Personen auf einer Eisfläche
- Person/ Personen an der Wasseroberfläche
- Uferbereich befestigt und befahrbar

Variable Parameter

- Anzahl der gleichzeitig einsetzbaren Eisrettungsmittel
- Abstand der Einbruchstelle bis zum Ufer

Meilensteine und Taktzeiten

- Zeit bis zur ersten Menschenrettung via des betrachteten Eisrettungsmittels
- Takt bis zur Rettung weiterer Personen via des betrachteten Eisrettungsmittels

Durch die aufgeführten Parameter ist eine Schlussfolgerung auf die Güte der Menschenrettung, bedingt durch die eingesetzte Technik, möglich.

Neben der Variation der Personalstärke gibt es folgende technisch/ taktische Variation:

- Rettung via DL, Steckleiterteilen und Schleifkorbtrage/ Spineboard oder Eisrettungsschlitten

4. Methodischer Ansatz

Die in Kapitel 3 beschrieben Leitszenarien dienen als Basis für die Untersuchungsmethodik, welche in den folgenden Kapiteln beschrieben wird. Die Vorgehensweise wird durch die Recherche in Abschnitt 2.1.4 als möglicher Lösungsansatz betrachtet.

4.1 Grundlagen der Modellierungs- und Bewertungsmethodik

Die Bewältigungskapazität taktischer Einheiten einer Feuerwehr wird in dieser Arbeit durch Maximalszenarien dargestellt. Das heißt, es werden Szenarien modelliert, die für eine gewisse Funktionsstärke mit definierter Güte und Sicherheit theoretisch, gerade noch bewältigt werden können. Durch einen Vergleich der variablen Parameter der Leitszenarien (vgl. Abschnitt 3.1 bis 3.4) und von Parametern, die sich durch die Modellierung ergeben, können Aussagen über das jeweilige Leistungsvermögen getroffen werden.

Um mit der Untersuchungsmethodik Sicherheits- und Qualitätsunterschiede hinsichtlich einzelner Tätigkeiten eines Feuerwehreinsatzes darzustellen, müssen für alle Einheitsgrößen zwei Maximalszenarien abgeleitet werden. Es wird demzufolge ein Maximalszenario mit hoher Sicherheit und Qualität (folgend abgekürzt als HSHQ) und ein Maximalszenario mit niedriger Sicherheit und niedriger Qualität (folgend abgekürzt als NSNQ) modelliert. HSHQ und NSNQ legt dabei nicht die Bewertungen fest, sondern setzt diese zueinander in Relation. Bei den HSHQ-Szenarien liegen die Bewertungen meist auf neutraler Ebene, während bei den NSNQ-Szenarien diese meist ein Defizit aufweisen. Auch wenn sich in der Realität durch andere technische Voraussetzungen und bedingt durch die gewählte Taktik andere Einsatzabläufe, Risiken und Qualitätsunterschiede ergeben können, soll eine beispielhafte Modellierung erfolgen, wodurch für das jeweilige Szenario und die entsprechende taktische Einheit eine Referenz entsteht. Das für die jeweilige Einheitsgröße herausgearbeitete HSHQ-Szenario sollte in der Realität als Maß der Dinge angesehen werden, da zum Teil erhebliche qualitative und sicherheitstechnische Defizite, je nach Szenarienart möglich sind. Die Unterschiede bei der Sicherheits- und Qualitätsbewertung werden überwiegend durch kleinere Funktionsstärken für Teilaufgaben erreicht. Denkbar sind aber auch

Unterschiede, durch Einsatzmittel. Zur Bestimmung der maximal möglichen Szenarien werden bei den NSNQ-Szenarien zusätzlich augenscheinlich abgreifbare FM (SB) aus der Einsatzleitung (z.B. Ma-ELW, Me, etc.) für anderweitige Tätigkeiten eingesetzt. Folglich kann zusätzlich eine Erhöhung der Einsatzgüte erzielt werden.

Um das Gütekriterium Schnelligkeit zu bemessen und zu bewerten, bedarf es vergleichbaren Parametern für Taktik und Umwelt (vgl. Kapitel 3). Zum Beispiel kann eine Gruppe, welche eine Person innerhalb von 16 min aus dem 2. OG mit einer Steckleiter rettet, nicht mit einem Zug, der sechs Personen aus dem 5. OG mit einer DL in 30 min rettet, verglichen werden. Schnelligkeit ist somit als temporärer Aspekt für vergleichbare Szenarien innerhalb der Einsatzzeit ohne Aufräumarbeiten zu sehen und spiegelt die Effizienz einer Einheit wider; sprich wieviel Arbeit in gleicher Zeit und unter gleichen Voraussetzungen erledigt werden kann.

Viele Einsätze der Feuerwehr sind maßgeblich von der Schnelligkeit der Kräfte abhängig (vgl. SVENSSON, 2002). Deshalb dient als Basis für das in dieser Arbeit benutzte Bewertungsmodell eine Modellierung von Szenarien ähnlich GANTT-Diagrammen, womit sich Abfolgen von Vorgängen übersichtlich darstellen lassen. Eine beispielhafte Modellierung ist in Abschnitt 4.4 beschrieben.

Zur Einordnung des Bewertungszeitraums der vorliegenden Arbeit in die bekannte Zeitkette der AGBF kann Bild 4 herangezogen werden. Das Schaubild veranschaulicht, dass der Bewertungs- oder Modellierungszeitraum dieser Arbeit bei Eintreffen der Feuerwehr am Einsatzort beginnt. Nacharbeiten und Aufräumzeiten werden nicht mit in die Untersuchung mit einbezogen, da für die Betrachtung des Leistungsvermögens vordergründig das Einsatzziel (zum Beispiel eine Menschenrettung, oder Abdichtung von austretenden Schadgasen) als bedeutsam erachtet wird.

Für die Bestimmung von Maximalszenarien werden bezüglich jeder Szenarienart mittels vorliegender nationaler und internationaler Daten sowie mit einer Expertenbefragung Vorgänge und deren charakteristische Dauern ermittelt. Weiterhin wird in die Expertenbefragung für relevante Vorgänge eine zusätzliche Risiko- oder Qualitätseinschätzung integriert.

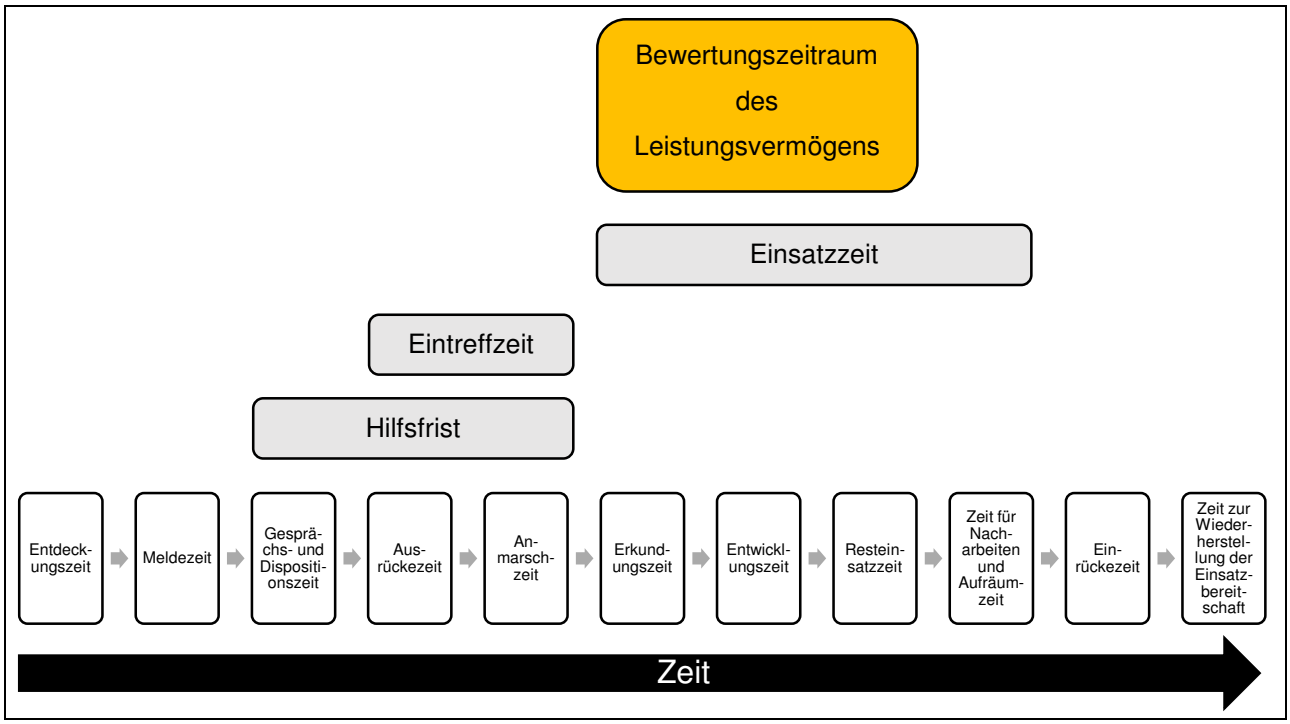


Bild 4: Einordnung des Bewertungszeitraums des Leistungsvermögens von taktischen Einheiten in die Zeitkette (nach AGBF, 1998)

Die Vorgänge werden wie folgt klassifiziert:

- **Separater Zeitverzug/ -vorteil**
- **Sicherheitsunterschied eventuell mit Zeitverzug/ -vorteil**
- **Qualitätsunterschied eventuell mit Zeitverzug/ -vorteil**

Für Vorgänge, die durch eine Variation von Funktionsstärken auf einen isolierten Zeitverzug oder Zeitvorteil schließen lassen, wird die Kategorie **„Separater Zeitverzug/ -vorteil“** gebildet. Das Setzen des Standrohres und die Verlegung von drei B-Längen mittels Schlauchhaspel kann zum Beispiel von nur einem FM (SB) durchgeführt werden, jedoch wird dieser dafür länger benötigen, als wenn er in einem Trupp arbeitet. Dabei macht es unter regulären Umständen für die Sicherheit und Qualität bei der Erstellung der Wasserversorgung keinen Unterschied, ob ein oder zwei FM (SB) eingesetzt werden. Wird bei ausreichender Mannschaftsstärke dennoch diese Taktik angewandt, wird aus dem ursprünglichen Trupp eine Funktion für weitere Tätigkeiten frei. Dadurch ist weiter für den Gesamteinsatz ein Zeitvorteil denkbar.

Für Vorgänge, welche für die Sicherheit oder Qualität von Bedeutung sind, werden zur weiterführenden Ermittlung des Leistungsvermögens die Kategorien **„Sicherheitsunterschied eventuell mit Zeitverzug/ -vorteil“** und **„Qualitätsunterschied eventuell mit Zeitverzug/ -vorteil“** eingeführt. Ein Sicherheitsdefizit mit Zeitvorteil liegt zum Beispiel vor, wenn die Einsatzstelle bei fließendem Verkehr nicht ordentlich abgesperrt wird. Je kleinräumiger die Absperrmaßnahmen sind, desto schneller werden diese vermutlich erledigt sein, aber desto größer ist das Risiko, dass es zu einem Folgeunfall durch unzureichende Verkehrssicherung kommt. Eine Einbuße mit qualitativem Charakter könnte beispielsweise bei der Betreuung und Versorgung von Patienten vorliegen. Steht bei einem Verkehrsunfall mit zwei Verletzen niemand oder nur ein FM (SB) dafür zur Verfügung, so kann davon ausgegangen werden, dass dies qualitative Auswirkungen haben wird. Kombinationen von Qualität- und Sicherheitsunterschieden sind ebenso möglich.

Die Verbesserung oder Verschlechterung der Einsatzsicherheit und -qualität wird mit einem skalierten Punktesystem, ähnlich einer Risikoskala aus der Arbeitssicherheit quantifiziert (vgl. Abschnitt 4.2).

Der bei GANTT-Diagrammen nur zeitbezogenen Abhängigkeitsdarstellung von Vorgängen wird durch eine im Hintergrund verlaufende Strukturierung und Planung des Szenarios entgegnet, sodass keine Beziehungen zwischen Vorgängen unbeachtet bleiben (vgl. Abschnitt 4.4). Durch die Modellierung der Szenarien kann für die untersuchten taktischen Einheiten und das entsprechende Leitszenario die benötigte Einsatzdauer bis zur Erreichung eines Meilensteins (zum Beispiel Menschenrettung) bestimmt werden.

Um eine ausreichend exakte Modellierung der Szenarien, gerade im Hinblick auf die Wiederverwendbarkeit von Funktionen, zu erhalten, muss diese sekundengenau erfolgen. Da es keine dem Verfasser bekannte Software zur Projektplanung, wie (Microsoft Project, GANTT Project, OpenProj, etc.) mit sekundengenauer Eingabe auf dem Markt gibt, erfolgt die Modellierung der Szenarien mittels manuell erstellten Excel-Datenblättern (vgl. Abschnitt 4.4 und Anhang F). Die relevanten Vorgänge pro Szenario sowie deren Sicherheits- und Qualitätsbewertung werden jeweils verschiedenen Funktionen, passend zur jeweiligen taktischen Einheit, zugeordnet. Für die Planung der

Abläufe fließen die Einsatzerfahrung der befragten Experten und die planerischen Grundsätze aus Abschnitt 4.3 mit ein.

Für die Untersuchung bis zu einer maximalen Mannschaftsstärke von 22 Funktionen sind für diese Arbeit folgende Zusammensetzungen möglich:

Tabelle 1: Mögliche Funktionsstärken durch die Vervielfachung von taktischen Einheiten

Zusammensetzung der taktischen Einheiten	**Grundeinheit/ en**	**Funktionsstärke abgeleitet aus Einheitsführer/ Unterführer/ Mannschaft/ Gesamtstärke**			
Selbständiger Trupp	(1/ 2/ 3)		1/	2/	3
Staffel	(1/ 5/ 6)		1/	5/	6
Gruppe	(1/ 8/ 9)		1/	8/	9
Zwei Staffeln	(1/ 0/ 0/ 1) & (1/ 5/ 6) & (1/ 5/ 6)	1/	2/	10/	13
AGBF-Zug	(1/ 0/ 1/ 2) & (0/ 2/ 2) & (1/ 5/ 6) & (1/ 5/ 6)	1/	2/	13/	16
Zwei Gruppen/ drei Staffeln	(1/ 0/ 0/ 1) & (1/ 8/ 9) & (1/ 8/ 9)	1/	2/	16/	19
Zug	(1/ 0/ 0/ 1) & (1/ 2/ 3) & (1/ 2/ 3) & (1/ 5/ 6) & (1/ 8/ 9)	1/	4/	17/	22

Nach der 2-5-Regel (vgl. LFV BW, 2013) muss in Tabelle 1 für eine Vervielfachung von Einheiten jeweils eine übergeordnete Führungskraft eingesetzt werden, weshalb bei zwei Staffeln und zwei Gruppen/ drei Staffeln eine Erhöhung der Funktionsstärke um den Wert 1 erfolgt.

Theoretisch ist eine Modellierung der Szenarien schrittweise, auch angefangen von einer Einzelfunktion bis zur Zuggröße mit 22 Funktionen, denkbar. Jedoch ist aufgrund der verwendeten Leitszenarien und demzufolge der notwendigen Einzelvorgänge eine Analyse erst ab einem selbständigen Trupp sinnvoll. Eine Erhöhung der Funktionsstärke truppweise oder gar mit Einzelfunktionen scheint aufgrund der zu großen Anzahl an

Konstellationen, die sich ergeben können, nicht durchführbar. Es ist nicht planbar, welche Einsatzkraft welche Funktion (EL, Ma, Me, AT, etc.) übernimmt, mit welchem Fahrzeug ausgerückt ist oder wie viele Fahrzeuge in summa verwendet würden. Gerade in Bezug auf die Wiederverwendbarkeit von Funktionen wäre dies ein ausschlaggebendes und unabwendbares Problem. Deshalb wird eine Erhöhung der Funktionsstärke nur anhand der taktischen Einheiten von Abschnitt 2.2.1, ausgeschlossen der Einzelfunktion und dem Trupp, angestrebt. Nur so lässt sich ungefähr abschätzten, wie viele Einsatzkräfte als Maschinist oder in der Einsatzleitung agieren und welche Fahrzeug-Konstellationen evident erscheinen.

Einige Funktionsstärken aus Tabelle 1 können aus verschiedenen taktischen Einheiten gebildet werden. So ließen sich beispielsweise 16 Funktionen auch durch eine Staffel, eine zusätzliche Gruppe und einem Einheitsführer oder weitere Konstellationen (truppweise Erhöhung) von taktischen Einheiten bilden. Für 16 Funktionen soll hier aber weiterhin der AGBF-Zug stehen. Anstatt drei Staffeln, werden in dieser Arbeit nur zwei Gruppen für eine Funktionsstärke von 19 angenommen, da hier weniger Führungspersonal benötigt wird und somit mehr Grundtätigkeiten ausgeführt werden können (vgl. Abschnitt 4.3). Natürlich ist in der Realität auch eine unvollständige Besetzung von Fahrzeugen möglich, wodurch sich wiederum andere Konstellationen formen ließen, was in dieser Arbeit aber nicht Gegenstand der Betrachtung ist. Auch eine Erhöhung der Mannschaftsstärke auf über die 22 FM (SB) des klassischen Zuges wird hier ebenso nicht untersucht, da Szenarien, welche eine solche Bewältigungskapazität erfordern, nicht zum Grundschutz hinzugezählt werden können (vgl. Abschnitt 1.2).

4.2 Bestimmung von Vorgangsparametern

Für die Ermittlung des Leistungsvermögens müssen zuerst alle relevanten Grundtätigkeiten für die einzelnen Leitszenarien bestimmt werden. Diese Aktivitäten wurden vorab aus den FwDVen oder anderen Studien herausgearbeitet und mit der Einsatzerfahrung eines langjährigen Einsatzleiters einer Berufsfeuerwehr abgeglichen. Die Modellierung der Leitszenarien in GANTT-ähnlicher Struktur erfordert zudem einen Datensatz mit Vorgangsdauern der jeweiligen Tätigkeiten. Dazu wurden die Grundtätigkeiten entweder allgemein oder szenarienspezifisch in eine Liste übertragen. Die Vorgangsdauern wurden für die Leitszenarien entweder durch vorhandene Literatur

(vgl. LINDEMANN, 2010; FOSTER, 2004) oder eine folgende Expertenbefragung ermittelt. Da die Ermittlung der Daten aus der Literatur vorwiegend durch Zeitstudien geschah, wurde aufgrund der vermuteten höheren Reliabilität dieser Erhebungsmethodik nur bei fehlenden Vorgangsdauern auf die Expertenmeinung zurückgegriffen. Generell kann von ähnlicher Technik und somit auch von annähernd identischen Grundtätigkeiten der Feuerwehren in Deutschland und Australien/ Neuseeland ausgegangen werden, weshalb es überhaupt denkbar ist, die vorhandenen Werte des *FBIM* zu nutzen. Wenngleich sich die Einsatztaktik oder sonstige Umgebungsparameter, wie Bauweise, Wasserversorgungssysteme, etc. unter Umständen unterscheidet, spielt dies für diese Untersuchung keine Rolle. Zumal die Modellierung auf Basis deutscher Vorschriften und Einsatzgrundsätze erfolgt (vgl. Abschnitte 4.1 und 4.3).

Einige Daten des *FBIM* liegen nicht als zeitliche Größe vor, sondern mussten entsprechend dem Szenario durch Geschwindigkeitsangaben berechnet werden. Deshalb wurden diese Werte exemplarisch für verschiedene Stockwerke und den entsprechenden Laufstrecken in die Tabelle integriert, wodurch eine einfachere Zeitdatenübersicht möglich ist (vgl. Anhang C). Für die Daten von LINDEMANN waren entsprechend der Definition der Szenarien auch Berechnungen zur Bestimmung der spezifischen Vorgangsdauern erforderlich. Alle Grundlagen zur Berechnung sind in der sechsten Spalte „Kommentar“ in Anhang C als Quellen eingefügt, sodass eine Überprüfung der Literatur möglich ist.

Parallel zur Zeitdatenermittlung wurde, wie bereits in Abschnitt 4.1 beschrieben, in die Expertenbefragung für relevante Vorgänge eine Risiko- und Qualitätsbeurteilung integriert. Bei der Erhebung der Daten ist darauf geachtet worden, dass die Arbeitsschritte mit variablen Funktionsstärken bewertet und geschätzt werden konnten, sobald Unterschiede in der Qualität, der Sicherheit oder Schnelligkeit denkbar sind. Beispielhafte Funktionsstärken wurden dabei vorgegeben. Diese ließen sich aus den FwDVen ableiten oder wurden durch die Experten vereinbart. Das heißt, dass beispielsweise hinsichtlich eines Sicherheitsdefizits die Einsatzstellenabsicherung innerorts in einem Wohngebiet mit zwei oder einer Funktion durchgeführt werden kann. Die Ausführung der Tätigkeit mit zwei FM (SB) gilt dabei als „neutral“ (vgl. Tabelle 3; S. 44) und es musste nur die Zeit hierfür geschätzt werden. Im Gegenzug zum als „neutral“ definierten Vorgang hatten die Experten für dieselbe Aktivität die Arbeit, bei Verrichtung durch eine Einzelfunktion, neben der benötigten Zeit auch den

Sicherheitsunterschied zu quantifizieren. Die neutrale Bewertung für eine gewisse Funktionsanzahl wurde ebenso aus den FwDVen entnommen oder entstammt der Praxiserfahrung der Befragten. Vorgänge mit Funktionsstärken, die vorweg als nicht vertretbar oder durchführbar erachtet wurden, sind nicht in die Betrachtung mit einbezogen worden, um den Umfang der Modellierung einzuschränken und die Realitätsnähe zu wahren. Es liegt beispielsweise auf der Hand, dass kein Innenangriff unter PA alleine durchgeführt werden darf oder ohne Versorgung und Betreuung von Verletzen bei einem Verkehrsunfall die Einsatzqualität kritisch zu bewerten ist. Trotz der Selektion vorab, gab es drei Einzelvorgänge, welche von den Experten als nicht vertretbar eingestuft wurden (vgl. Anhang C).

In der Arbeitssicherheit sind nach einer Gefährdungsbeurteilung Sofortmaßnahmen erforderlich, wenn Arbeitsbedingungen dringend geändert werden müssen, weil akute Unfall- oder sonstige Gesundheitsgefahren bestehen. Analog zur Maßnahmenhierarchie der Arbeitssicherheit, werden somit für die Modellierung der Szenarien als Sofortmaßnahme zuerst die Vorgänge mit zusätzlichen Funktionen belegt, die eine nicht vertretbare Sicherheits- oder Qualitätsbewertung erfahren haben. Dies trifft für die Modellierung in dieser Arbeit nur beim THL-Szenario bei der Verkehrssicherung zu. Bei dieser Aktivität erwies sich die ursprüngliche Annahme der relevanten Funktionsstärke zudem als unzureichend. Obwohl in der Regel mehr als zwei Funktionen für eine Sicherung der Einsatzstelle notwendig sind, wurde bei der Sicherheitseinschätzung der konkrete Fall für zwei und eine Funktion bewertet. Aufgrund einer nachfolgenden Diskussion wird letztendlich davon ausgegangen, dass zwei FM (SB) bei einer Vollsperrung einer Kreisstraße oder ähnlichem immer noch nicht vertretbar sind, da für jede Seite der Einsatzstelle somit nur eine Funktion ohne Redundanz zur Verfügung steht. Der Zeitbedarf spielt für die Modellierung eine untergeordnete Rolle, da folgerichtig entweder mit zwei oder vier Funktionen abgesichert wird und dies über die gesamte Einsatzdauer geschieht. In der Praxis gilt jedoch, dass durch eine schnelle und ordentliche Einsatzstellensicherung eine deutliche Erhöhung der Sicherheit für die Feuerwehr und den Verkehr erreicht werden kann.

Bei der Expertenbefragung wurden insgesamt 55 hauptberufliche Feuerwehrangehörige aus Hessen und Bayern unterschiedlichen Dienstalters und ungleicher Erfahrung befragt. Die Erhebung fand an sieben verschiedenen Terminen mit jeweils einer Gruppe und divergenter Anzahl an Personen statt (vgl. Anhang C; Zeile 1 und 2). Hierzu wurden

größtenteils zur Verfügung stehende FM (SB) einer diensthabenden Wachabteilung herangezogen. Die Minderheit bildete sich aus sonstigen anwesenden Funktionen des Tagdienstes oder in Freischichten befindlichen Personen, die zufällig auf der entsprechenden Wache waren und sich trotzdem der Befragung unterzogen.

Nach der Erläuterung des Untersuchungszweckes und einer Vorstellung der Bewertungsmethodik via eines vorbereiteten Schaubildes wurde die Schätzung der Vorgangsdauern und Bewertung der Sicherheit und Qualität durchgeführt. Der Verfasser stand dabei für Fragen zur Verfügung. Damit die Objektivität der Befragung garantiert werden kann, wurde die Meinungsbildung jedoch nicht beeinflusst. Im Hinblick auf die höhere Grundgesamtheit der Daten, wurde ursprünglich eine Befragung jedes einzelnen Feuerwehrangehörigen mit separaten Bewertungsbögen angestrebt. Darauf wurde jedoch infolge eines unvorhersehbar hohen Diskussionsbedarfes (vgl. Abschnitt 7.2.3) verzichtet. Der Fragebogen wurde deshalb gemeinschaftlich, gruppenweise in offenen Runden ausgefüllt. Auf diese Weise ist weiter davon auszugehen, dass keine allzu großen Ausreißer durch Einzelpersonen entstehen. Einer Überhandnahme der Meinungsbildung aufgrund von dominanten Persönlichkeiten, was der Gruppendynamik nicht dienlich ist, wurde durch die Moderation des Verfassers entgegnet. Für eine Untersuchung auf Basis der Netzplantechnik sowie für die Einschätzung der Sicherheit und Qualität von Tätigkeiten bei Feuerwehreinsätzen bedarf es an Zeitdaten und skalierten Kennwerten. Diese wurden mittels des, in Anhang B einzusehenden, Fragebogens ermittelt. Die Datenerfassung kann nach einer gedanklichen Prüfung nach Bresser, 1985 als valide angenommen werden. Dem Verfasser ist bewusst, dass zur Beurteilung der Güte des Fragebogens eine Reliabilitätsanalyse erforderlich ist. Aufgrund der gängigen Praxis bei Studien mit ähnlicher Datenerhebung (vgl. POGGENPOHL, 2013) und in Anbetracht der Bearbeitungsdauer dieser Untersuchung wird jedoch auf eine ausführliche Analyse der Reliabilität verzichtet. Analog zu POGGENPOHL wird von einer ausreichenden Reliabilität für die Befragung von hauptberuflichen FM (SB) mit Einsatzerfahrung bei unterschiedlichen Feuerwehren ausgegangen.

Für die Modellierung der Leitszenarien werden die arithmetischen Mittelwerte der Befragungsergebnisse benutzt (vgl. Anhang C). Im genannten Anhang sind ebenso gruppenweise alle ermittelten Vorgangsdauern und die Maßzahlen für die Sicherheits- und Qualitätsunterschiede nachzulesen. Die angegebenen Mittelwerte μ und die

Standardabweichungen σ bilden dabei eine gute Kriterienkombination zur Bewertung der Streuung des Datensatzes.

Für die Bewertung der Sicherheit und Qualität wird ein System zur Beurteilung der Vorgänge der Leitszenarien eingeführt. Dies geschieht analog zur, aus der Arbeitssicherheit bekannten, Risikomatrix (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Aus der Arbeitssicherheit bekannte Risikomatrix zur Gefährdungsbeurteilung (Tabelle Verfasser; verändert nach BAuA; --)

	Schadenschwere				
Wahrscheinlichkeit	Keine	Sehr gering	Gering	Mittel	Hoch
Keine	*kein Risiko*	*kein Risiko*	*Gering*	*Gering*	*Signifikant*
Sehr gering	*kein Risiko*	*Gering*	*Gering*	*Signifikant*	*Signifikant*
Gering	*Gering*	*Gering*	*Signifikant*	*Signifikant*	*Hoch*
Mittel	*Gering*	*Signifikant*	*Signifikant*	*Hoch*	*Hoch*
Hoch	*Signifikant*	*Signifikant*	*Hoch*	*Hoch*	*Hoch*

Ausgehend von einer fiktiven Anzahl an Funktionen ist es denkbar, dass sich bei Erhöhung oder Erniedrigung dieser Anzahl eine Verbesserung oder Verschlechterung der Einsatzsicherheit oder –qualität ergibt. Zur Erhöhung oder Erniedrigung des jeweiligen Güteniveaus wird eine Skala mit zwei Richtungen, wie sie in Tabelle 3 veranschaulicht wird, benutzt.

Tabelle 3: Skala zur Bewertung der Sicherheit und Qualität

Sicherheits- und Qualitätsbewertung	
-4	Nicht vertretbares Defizit
-3	Hohes Defizit
-2	Signifikantes Defizit
-1	Geringes Defizit
0	Neutral
1	Leichte Verbesserung
2	Deutliche Verbesserung
3	Starke Verbesserung

Die Farben und Bewertungsstufen aus der Tabelle 2 nach BAuA wurden, infolge eines Testes der Befragungsmethodik durch den Verfasser und einer Kleingruppe an erfahrenen Einsatzleitern einer Berufsfeuerwehr, entsprechend der Untersuchungsmethodik (Bewertung von Sicherheit und Qualität) angepasst. Demnach wurden ausgehend von einer neutralen Bewertung vier negative und drei positive Beurteilungsmöglichkeiten für die Expertenbefragung angeboten. Diese Abstufung erwies sich sowohl in Bezug auf eine Erhöhung, als auch einer Erniedrigung des jeweiligen Niveaus als ausreichend detailliert und für die Einschätzung angemessen. Defizite sind ausgehend von der neutralen Bewertung in der Abstufung grün-gelb-rot und Verbesserungen in blauer Farbgebung gehalten.

4.3 Planerische Annahmen zur Technik und Taktik

Zusätzlich zu den fixen Parametern, die zur Bildung der Leitszenarien notwendig sind (vgl. Kapitel 3), müssen auch für die Ermittlung und Bewertung des Leistungsvermögens hinsichtlich der Technik und Taktik Annahmen getroffen werden. Es gilt deshalb für diese Arbeit signifikante Grundsätze, die die Einsatzsicherheit und –qualität betreffen zu formulieren um auch bei einer theoretischen Modellierung von Szenarien die nötige Realitätsnähe zu wahren. Hierzu wurden neben den FwDVen auch andere Quellen durchsucht, um relevante Prinzipien zu finden.

Um eine langjährige körperliche Unversehrtheit von FM (SB), vor allem in Bezug auf das Herz-Kreislauf-System und den Stütz- und Bewegungsapparat, zu erhalten, ist eine gewisse körperliche Fitness Grundvoraussetzung für den Feuerwehrdienst. Zweifelsohne ist davon auszugehen, dass eine höhere körperliche Leistungsfähigkeit jedes einzelnen FM (SB) eine höhere Effizienz für den Gesamteinsatz zur Folge haben (vgl. CORTEZ, 2001). Um das Bewertungsmodel jedoch so allgemein wie möglich zu halten, werden für die Vorgangsdauernermittlung eine körperlich durchschnittliche Sportlichkeit und eine abgeschlossene Ausbildung der Einsatzkräfte zugrunde gelegt, was vor allem für die Expertenbefragung als Annahme galt. Arbeiten, die in der Praxis häufig mit weniger Funktionen, wie in den FwDVen beschrieben, durchgeführt werden, so lange es die Leistungsfähigkeit eines durchschnittlichen FM (SB) zulässt, fließen hier aber vorrangig in die Untersuchung mit ein, um das maximale Leistungsvermögen der Einheiten identifizieren zu können. Obwohl generell ein Vorgehen nach den FwDVen

modelliert wird, muss somit aufgrund der angestrebten Analyse teilweise auf eine strikte Aufgabeneinteilung, wie es einige FwDVen vorsehen verzichtet werden. So ist zum Beispiel für ein C-Rohreinsatz nach FwDV 3 ein Trupp mit zwei Funktionen vorgesehen. In der Praxis wird jedoch bei einer übersichtlichen Lage, wie einem Einsatz im Außenbereich, auch ein einzelner FM (SB) das Strahlrohr führen können. Dadurch stünde eine Funktion für weitere Tätigkeiten zur Verfügung. Für die Planung in dieser Arbeit sind solche freien Funktionsstellen maßgeblich von Bedeutung, weshalb solche Ansätze zu berücksichtigen sind. Eine hohe Schnelligkeit und damit bestmögliche Einsatzeffizienz kann dadurch erreicht werden, wenn keine oder nur geringfügige Pufferzeiten entstehen, was bei einer theoretischen Einsatzplanung modelliert werden kann. Es zeigt sich immer wieder, dass neben vorerst sequenziellen Handlungsfolgen, analog zu den Vorschriften, mit steigendem Umfang parallele Verläufe zunehmen (vgl. POGGENPOHL, 2013; Abschnitt 4.4 und Anhang F). Nach FwDV 3 heißt das für die Praxis, dass FM (SB), die ihre Aufgabe erledigt haben und einsatzbereit sind, sich beim Einheitsführer unverzüglich melden müssen (vgl. AFKzV, 2008).

Auch eine vollständige persönliche Schutzausrüstung sowie funktionstüchtige, sichere Einsatzmittel dienen der Sicherheit bei allen Einsätzen. Es ist bei einer theoretischen Modellierung nicht möglich eventuelle technische Schwierigkeiten, die im realen Einsatz auftreten können, einfließen zu lassen.

Die in Tabelle 4 besonders relevanten Einsatzgrundsätze müssen in Anbetracht der anzahlmäßig so klein wie möglich gehaltenen Funktionsstärken für die ermittelten Vorgänge beachtet werden, beziehungsweise können als ausreichend sicher und qualitativ angenommen werden.

Tabelle 4: Sicherheitsrelevante Grundsätze der FwDVen und nach SCHLÄFER

Grundsatz:	Quelle:
• Unter PA darf nur truppweise vorgegangen werden.	FwDV 7 (vgl. AFKzV, 2005)
• Für Trupps unter PA muss mindestens ein Sicherheitstrupp zur Rettung im Notfall bereitstehen. Außer die Lage lässt eine andere Vorgehensweise aufgrund von einer weitestgehend auszuschließenden Gefährdung der eingesetzten Atemschutztrupps zu. Zum Beispiel bei Brandeinsätzen im Freien.	FwDV 7
• Wird über verschiedene nicht einsehbare Angriffswege vorgegangen, muss für jeden dieser Angriffswege ein gesonderter Sicherheitstrupp bereit stehen.	FwDV 7
• Ständige Wasserabgabemöglichkeit muss sichergestellt sein, bevor der Innenangriff unter PA stattfindet, wenn mittgeführtes Löschwasser nicht bis zum Aufbau der Löschwasserversorgung ausreicht.	SCHLÄFER, 1998
• Die zu rettende Person darf nie ohne Betreuung sein.	FwDV 3
• Die Menschenrettung geht grundsätzlich immer vor. Die Eigensicherheit muss dabei aber beachtet werden.	SCHLÄFER, 1998
• Beim Retten über Leitern der Feuerwehr ist, soweit es die Lage erfordert und zulässt, die zu rettende Person beim Absteigen mit einer Feuerwehrleine zu sichern. Beim Retten über die DL ist die zu rettende Person, soweit es die Lage erfordert und zulässt, durch einen vorabsteigenden Feuerwehrangehörigen zu sichern.	FwDV 1 (vgl. AFKzV, 2006)
• Die Entnahme der Steckleiter ist mit vier Funktionen möglich.	FwDV 10
• Die Vornahme einer Steckleiter ist mit drei Funktionen möglich.	FwDV 10

• Ein Trupp ist für Dekon-Stufe I (Notdekontamination) ausreichend.	FwDV 500 (vgl. AFKzV, 1998)
• Für größere Dekon-Stufen ist mindestens eine Staffel (4 FM (SB) + 1 Ma und 1 EFü) notwendig.	FwDV 500

Ein Aspekt, der in der Praxis zu beobachten ist, um die Einsatzschnelligkeit zu verbessern, aber bei der theoretischen Planung nicht berücksichtigt werden kann, ist die Übernahme von beiläufigen Tätigkeiten kleineren Umfangs durch das Führungspersonal. Ohne Vernachlässigung der Verantwortung und Einsatzsicherheit darf davon ausgegangen werden, dass beispielsweise ein Öffnen des Verteilers auch durch einen Einheitsführer erfolgen kann. Für die diagrammartige Ermittlung der Einsatzschnelligkeit sind zu kleinräumige Vorgänge nicht abbildbar, wodurch für die Einheitsführer angenommen wird, dass diese keine weiteren Tätigkeiten übernehmen können.

Für alle geplanten Szenarien gilt, dass grundsätzlich Fahrzeuge mit Normbeladung oder normnaher Beladung nach dem aktuellen Stand der Technik benutzt werden. Beim THL-Szenario ist anstatt der DL für einen separaten Trupp oder selbstständigen Trupp ein RW angedacht. Für kleinere taktische Einheiten gilt, dass als signifikantes Fahrzeug ein HLF zu Verfügung steht. Hierdurch kann durch die umfangreiche feuerwehrtechnische Beladung, das größte Einsatzspektrum abgearbeitet werden. Für das ABC-Szenario ist als mögliches zusätzliches Fahrzeug ein GWG angedacht und für die Eisrettung steht jedem HLF das jeweilige Eisrettungsmittel zur Verfügung.

Bei Berufsfeuerwehren kommen szenarienspezifisch unterschiedliche Standardeinsatzregeln zur Anwendung, die eventuell auch Maßnahmen durch Einsatzkräfte vor der Erkundung und dem Erstbefehl des jeweiligen Einheitsführers vorsehen. Das heißt, dass beispielsweise bei einem Verkehrsunfall mit eingeklemmter Person der Brandschutz ohne Einsatzbefehl des Einsatzleiters durch einen Trupp sichergestellt werden kann. Für die Modellierung in dieser Arbeit wird jedoch festgelegt, dass keine Maßnahmen, vor der Erkundung und dem Erstbefehl ausgeführt werden, da nicht alle, in der Praxis vorliegenden Standardeinsatzregeln, berücksichtigt werden können.

Beim Wohnungsbrand-Szenario wird für die Leiterrettung eine Unterscheidung in der Art und Weise der Rettung unternommen. Zum einen können Personen über alle Leitern durch einen selbstständigen Abstieg auf den Boden gebracht werden, oder zum anderen über die DL im Korb durch Verfahren des Leiterparks, wodurch aber höhere Taktzeiten in $[\frac{s}{Person}]$ erwartet werden. Für die Leiterrettung wird angenommen, dass nur gehfähige Personen gerettet werden können. Beim Such- und Rettungseinsatz unter PA können sowohl gehfähige, als auch gehunfähige (Verletzte, Mobilitätseingeschränkte, Bewusstlose, etc.) Personen gerettet werden. Das Besteigen der DL erfolgt ohne Begleitung eines FM (SB) entgegen der Empfehlung der FwDV 1 (vgl. Tabelle 4; S. 47), da hier schnellere Zeiten erwartet werden können und weniger Personal gebunden ist. Bei Einsatz der Steckleiter wird jedoch zusätzlich eine sichernde Person eingeplant, da hier ein nicht vertretbares Risiko für die zu rettende Person vermutet wird.

4.4 Beispielhafte Modellierung eines Szenarios

Zum besseren Verständnis der Methodik wird beispielhaft eine Modellierung eines Maximalszenarios in diesem Abschnitt durchgeführt. Das ausgewählte Exempel ist das NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario für zwei Staffeln.

Vor Beginn der eigentlichen Modellierung erfolgt jeweils eine Vorplanung. Diese beinhaltet die Ableitung der zur Verfügung stehenden Funktionen und die Auswahl der relevanten Vorgänge. Zur besseren Lesbarkeit und Übersichtlichkeit, auch für die Modellierung, werden die Einzelfunktionen teilweise nicht mit ihrer aus den FwDVen bekannten Funktionsbezeichnung aufgeführt sondern mit Nummern versehen. Besondere Funktionen, welche für eine Wiederverwendung nach Beendigung eines Vorgangs durch ihr eigentliches Aufgabenprofil häufig oder gar nicht zur Verfügung stehen, werden dennoch mit ihrer Funktionsbezeichnung aufgeführt. Dies trifft zum Beispiel bei EL, GF, StFü, Ma, etc. zu.

Für zwei Staffeln (1/ 2/ 10/ 13) ergibt sich demnach folgende Übersicht für die zur Verfügung stehenden Funktionen:

- 1 EL
- StFü 1 und StFü 2
- Ma 1 und Ma 2
- Trupp 1/ 2
- Trupp 3/ 4
- Trupp 5/ 6
- Trupp 7/ 8

Eine Excel-Tabelle, die zuvor aus dem Datenpool mit Vorgängen für den Wohnungsbrand versehen wurde, dient als Grundlage (vgl. Bild 5). In Spalte A stehen die Funktionen, die für einen Vorgang verplant werden und in Spalte B die entsprechende Funktionsanzahl. Die meisten Vorgänge wurden durch die Expertenbefragung vorher mit typischen Funktionsstärken versehen, sodass häufig nur noch eine Zuordnung der Kräfte erfolgen muss (Spalte A). Variable Funktionsstärken sind rosa hinterlegt, mit einem X gekennzeichnet (Zeilennummern 4, 5, 10, 11 und 12) und von der jeweiligen taktischen Einheit abhängig. Weiterhin sind die ermittelten Vorgangsdauern in Spalte F und die Bewertung der Qualität und Sicherheit in Spalte H und I zu finden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]		QUALITÄT	SICHERHEIT
2									
3									
4		x	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99			
5		x	Einsatzführung	99	-	-			
6		1	Einsatzstelle sichern		231	231			-2
7		2	Einsatzstelle sichern		124	124			0
8		2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA		145	145			
9		1	Setzen des Schnellangriffsverteilers		23	23			
10		x	Bedienen der Pumpe	-	-	-			
11		x	Atemschutzüberwachung	-	-	-			
12		x	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	-	-	-			
13		1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel		117	117			
14		1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres		245	245			
15		2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät		246	246			
16		2	taktische Ventilation		-	-			
17		2	gewaltsame Öffnung der Haustüre		90	90			
18		2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG		123	123			
19		2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus		60	60			
20		2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre		30	30			
21		2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation		946	946			
22		2	Bodycheck und Rückmeldung		76	76			
23		2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.		278	278		0	0
24		1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe durch Schleifen		278	278		-3	-3
25		2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe		39	39		0	0
26		1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe		39	39		-3	-3
27		4	Entnahme der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)		51	51			
28		3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)		204	204			
29		2	Instellungbringen der DL zur Menschenrettung		246	246			
30		2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Korb		124	124			
31	Ma-DL/x	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter		28	28			
32		1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	-	-	-			
33		1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben		80	80			-3
34		2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben		51	51			0

Bild 5: Excel-Tabelle als Grundlage für das Wohnungsbrand-Szenario

Die Anordnung der Aktivitäten geschah vorweg anhand der Priorität des Vorgangs für die Bewältigung des Szenarios. Damit ist gemeint, dass, wie aus der Netzplantechnik bekannt, Vorgänge mit Verknüpfungen versehen werden, um Anordnungsbeziehungen (sogenannte Folgen) mit einfließen zu lassen. Die Modellierung mit Excel entspricht jedoch nicht den Standards einer Software zur Netzplanung, bei denen die Verknüpfungen in Netzplänen dargestellt werden können. Hier erfolgt dies diskret, ohne Kennzeichnung, durch eine mehrmalige Überprüfung der Abfolge der Vorgänge mit der Einsatzerfahrung des Verfassers oder anhand der FwDVen. Relativ plausibel hierfür ist beispielsweise, dass vor der Wasserabgabe an einem C-Rohr die Wasserversorgung von

der Pumpe bis zum Strahlrohr aufgebaut sein muss, oder ein Patient erst betreut werden kann, wenn zuvor ein Erstzugang geschaffen wurde.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]		QUALITÄT	SICHERHEIT
2									
3									
4	EL/ StFü 1-2	2	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99			
5	EL/ StFü 1-2	2	Einsatzführung	99	-	-			
6		1	Einsatzstelle sichern		231	231			-2
7		2	Einsatzstelle sichern		124	124			0
8		2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA		145	145			
9		1	Setzen des Schnellangriffsverteilers		23	23			
10	Ma 1-2	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-			
11	Ma 1-2	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-			
12	Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	-	-	-			
13		1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel		117	117			
14		1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres		245	245			
15		2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät		246	246			
16		2	taktische Ventilation		-	-			
17		2	gewaltsame Öffnung der Haustüre		90	90			
18		2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG		123	123			
19		2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus		60	60			
20		2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre		30	30			
21		2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation		946	946			
22		2	Bodycheck und Rückmeldung		76	76			
23		2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.		278	278		0	0
24		1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe durch Schleifen		278	278		-3	-3
25		2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe		39	39		0	0
26		1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe		39	39		-3	-3
27		4	Entnahme der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)		51	51			
28		3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)		204	204			
29		2	Instellungbringen der DL zur Menschenrettung		246	246			
30		2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Korb		124	124			
31	Ma-DL/ x	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter		28	28			
32		1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	-	-	-			
33		1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben		80	80			-3
34		2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben		51	51			0

Bild 6: Verwerfen der irrelevanten Vorgänge zur Modellierung

Die Auswahl der relevanten Vorgänge geschieht durch Verwerfen der irrelevanten (vgl. Bild 6; rot schraffiert). Die Systematik zur Auswahl ergibt sich entweder aus der Art des Maximalszenarios (HSHQ oder NSNQ) oder aus der Ausrückekonstellation. Für das beschriebene NSNQ-Szenario werden die Vorgänge, mit neutraler oder verbesserter (für dieses Beispiel nicht zutreffend) Sicherheits- und/ oder Qualitätsbewertung verworfen (Zeilennummern 7, 23, 25 und 34). Bei zwei Staffeln, kann davon ausgegangen werden, dass mit zwei HLF und einem Einsatzleitfahrzeug, wie beispielsweise einem

Kommandowagen (kurz: KdoW) ausgerückt wird. Hierdurch kann der Einsatz einer DL ausgeschlossen werden, wodurch die Zeilen 28 bis 30 ebenfalls gelöscht werden.

In Bild 6 sind für die Aktivitäten des EL, der Ma und der StFü in Spalte A, B und D schon die angepassten Einträge zu sehen. Bei diesem Beispiel können keine weiteren Funktionen aus der Einsatzleitung für sonstige Tätigkeiten verplant werden. Dies wäre beispielsweise bei NSNQ-Szenarien und augenscheinlich genügend Funktionen in der Einsatzleitung (zusätzlich Ma-ELW, FüAss, etc.) denkbar.

Für die Planung wurde auf die Fahrzeugkonstellation Rücksicht genommen, solange dies nötig oder möglich war. Das heißt, dass Trupps oder Einzelfunktionen desselben Einheitsführers gleichartige Tätigkeiten verrichten sollen, was in der Realität einer Art Abschnittsbildung gleicht. Für das ausgewählte Beispiel trifft dies nicht zu.

Nach dieser Vorplanung kann mit der eigentlichen Modellierung des Szenarios begonnen werden. Dazu werden den Trupps oder Einzelfunktionen 1 bis 8 die verbleibenden Aktivitäten zugeordnet (vgl. Bild 7). Die Erkundung und der Erstbefehl stellt für die Modellierung in jedem Szenario die anfängliche Vorgangskombination dar, bevor überhaupt andere Maßnahmen durchgeführt werden. Nach der Absicherung der Einsatzstelle (Eigenschutz) steht die Rettung von eingeschlossenen Personen an erster Stelle der Maßnahmen bei einem Wohnungsbrand (vgl. Tabelle 4; S.47). Dazu müssen jedoch vorweg eine Reihe an Arbeiten verrichtet werden, um dem Trupp, der zum Such- und Rettungseinsatz unter PA vorgeht, eine ausreichende Sicherheit zu gewährleisten. Bevor der Trupp in das Haus vordringen kann, muss die Wasserversorgung hergestellt und dementsprechend die Schlauchleitungen verlegt werden. Im vorliegenden Beispiel wird dies von der Einzelfunktion 4 und dem Trupp 5/ 6 bewerkstelligt. Funktion 3 übernimmt derweil die Absicherung der Einsatzstelle. Trupp 1/ 2 und Trupp 7/ 8 rüsten sich zeitgleich mit PA für den Such- und Rettungseinsatz oder als Sicherheitstrupp aus. Da der Sicherheitstrupp für keine weiteren Tätigkeiten außer der taktischen Ventilation verplant wird, ist es möglich dies ebenfalls sofort einzutragen, wodurch Trupp 7/ 8 ab Sekunde 345 für die komplette Modellierung nicht mehr verplant werden kann (vgl. Bild 7; Zeile 15).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]		QUALITÄT	SICHERHEIT
2									
3									
4	EL/ StFü 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99			
5	EL/ StFü 1-2	3	Einsatzführung	99	-	-			
6	3	1	Einsatzstelle sichern	99	330	231			-2
7	1/2	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145			
8	4	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23			
9	Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-			
10	Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-			
11	Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-			
12	5	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117			
13	6	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245			
14	7/8	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246			
15	7/8	2	taktische Ventilation	345	-	-			

Bild 7: Initiale Verplanung der Kräfte

Die Berechnung der Endzeiten der Aktivitäten erfolgt automatisch mittels hinterlegten Funktionen. Die Daten aus Spalte D und E werden anschließend manuell in ein Balkendiagramm ab Spalte L übertragen. Dies geschieht durch Akzentuierung der Zellen anhand von verschiedenen Formatierungen. Die Funktionen werden jeweils mit unterschiedlichen Farben kenntlich gemacht. Bei Trennung von Trupps werden horizontale und vertikale Schraffurformate in schwarz gewählt. Werden Einheiten gemischt, so sind diese durch eine diagonale Schraffur in den entsprechenden Farben markiert. Vergleicht man Spalte A aus Bild 7 mit den Balken aus Bild 8, so fallen die verschiedenen Formatierungen auf. In Spalte A wird jedoch hinsichtlich der besseren Lesbarkeit von einfarbigen Schattierungen auf eine Schraffur verzichtet. Je nach Anfang- und Endzeit, werden die Balken ab Spalte L entsprechend verlängert. Die Modellierung erfolgt dabei sekundengenau, wird jedoch in diesem Beispiel, genau wie im Anhang F, der Übersichtlichkeit halber nur in 10 Sekunden-Schritten dargestellt. Die sekundengenaue Modellierung liegt digital, auf dem beigefügten Datenträger, vor.

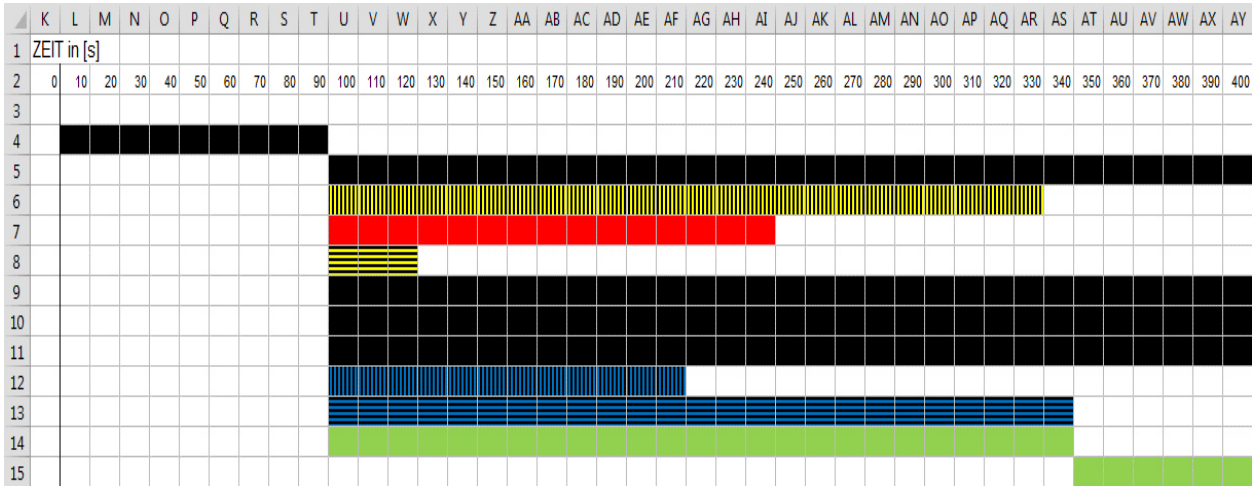


Bild 8: Initiales Balkendiagramm zur Szenarienmodellierung

Durch die GANTT-ähnliche Diagrammstruktur kann die Überprüfung der Wiederverwendbarkeit von Funktionen erfolgen, wodurch so gering wie mögliche oder keine Pufferzeiten zwischen den Einzelvorgängen für die jeweilige Funktion entstehen. Die Modellierung erfolgt aufbauend, bis alle Funktionen verplant und die Vorgänge abgearbeitet sind. Aus Bild 8 und 9 ist ersichtlich, ab wann die einzelnen Funktionen wiederverwendet werden können. Da die Menschenrettung für dieses Beispiel generell vor der Brandbekämpfung erfolgt, wird vor dem Löschangriff die Leiterrettung geplant. Für den Einsatz der Steckleiter werden initial vier FM (SB) benötigt. Hierfür stünden entweder Ma 1 oder Ma 2 und die Funktionen 3 bis 6 zur Verfügung. Vergleicht man die Endzeiten der Funktionen 3 bis 6 (Zellen: E6, E8, E12 und E13), so stellt sich heraus, dass Funktion 6 durch die Suche nach einem Hydrant und dem Setzten des Standrohres am längsten verplant ist. Um Pufferzeiten gering zu halten, werden deshalb zur Entnahme der Steckleiter die Funktionen Ma 1/ 3/ 4/ 5 eingesetzt. Dies kann jedoch erst nach Abschluss der letzten Aktivität der Einzelfunktionen erfolgen. In diesem Fall ab Sekunde 330 nach Beendigung der Einsatzstellensicherung von Funktion 3. Die Vornahme der beiden C-Rohre kann dementsprechend ab Sekunde 344 und 585 stattfinden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]		QUALITÄT	SICHERHEIT
2									
3									
4	EL/ StFü 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99			
5	EL/ StFü 1-2	3	Einsatzführung	99	-	-			
6	3	1	Einsatzstelle sichern	99	330	231			-2
7	1/2	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145			
8	4	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23			
9	Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-			
10	Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-			
11	Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-			
12	5	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117			
13	6	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245			
14	7/8	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246			
15	7/8	2	taktische Ventilation	345	-	-			
16	1/2	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90			
17	1/2	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123			
18	1/2	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60			
19	1/2	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30			
20	1/2	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946			
21	1/2	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76			
22	1 oder 2	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe durch Schleifen	1569	1847	278		-3	-3
23	1 oder 2	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39		-3	-3
24	Ma 1/3/4/5	4	Entnahme der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	330	381	51			
25	3/4/5	3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	381	585	204			
26	3/4	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	585	613	28			
27	6	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	344	-	-			-3
28	5	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	585	-	-			-3

Bild 9: Wiederverwendung von Funktionen und Zusammenführen von Einheiten

In Bild 10 und 11 sieht man das fertige Balkendiagramm für alle verplanten Funktionen und Tätigkeiten. In Bild 11 wurde zwischen Sekunde 620 und 1470 ein Schnitt eingefügt. In dieser Zeitspanne kommt es zu keinen Veränderungen.

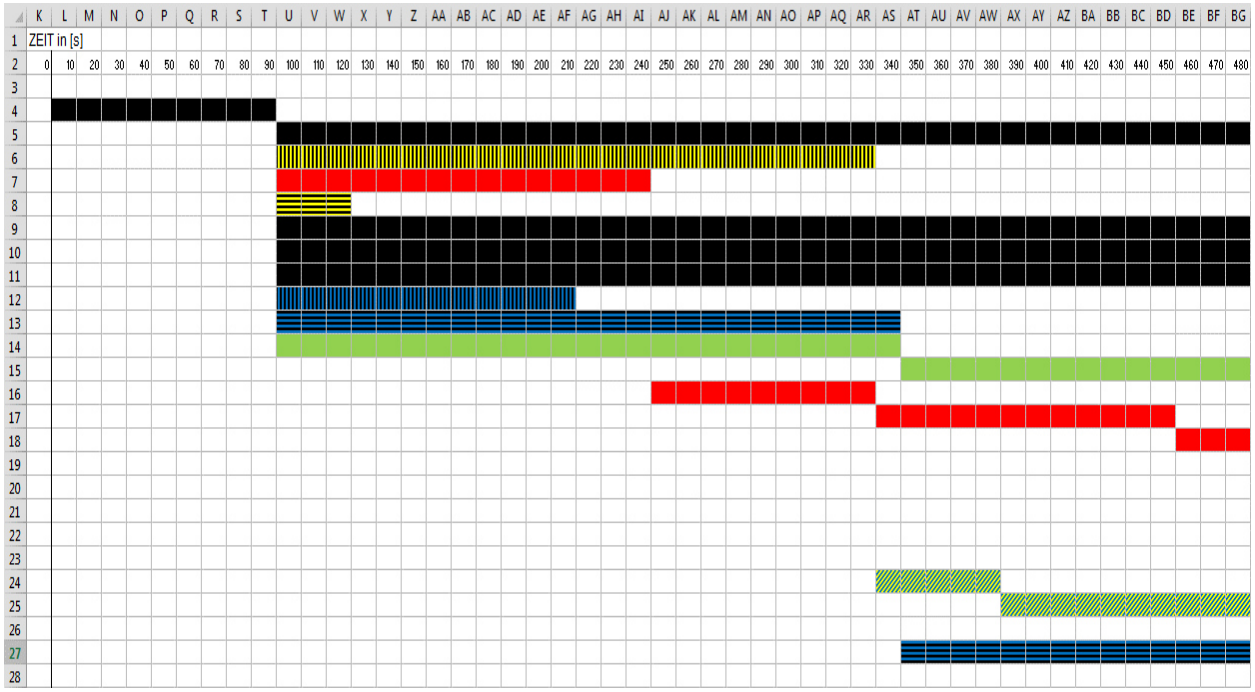


Bild 10: Balkendiagramm Wohnungsbrand NSNQ - zwei Staffeln; Sekunde 0 bis 480

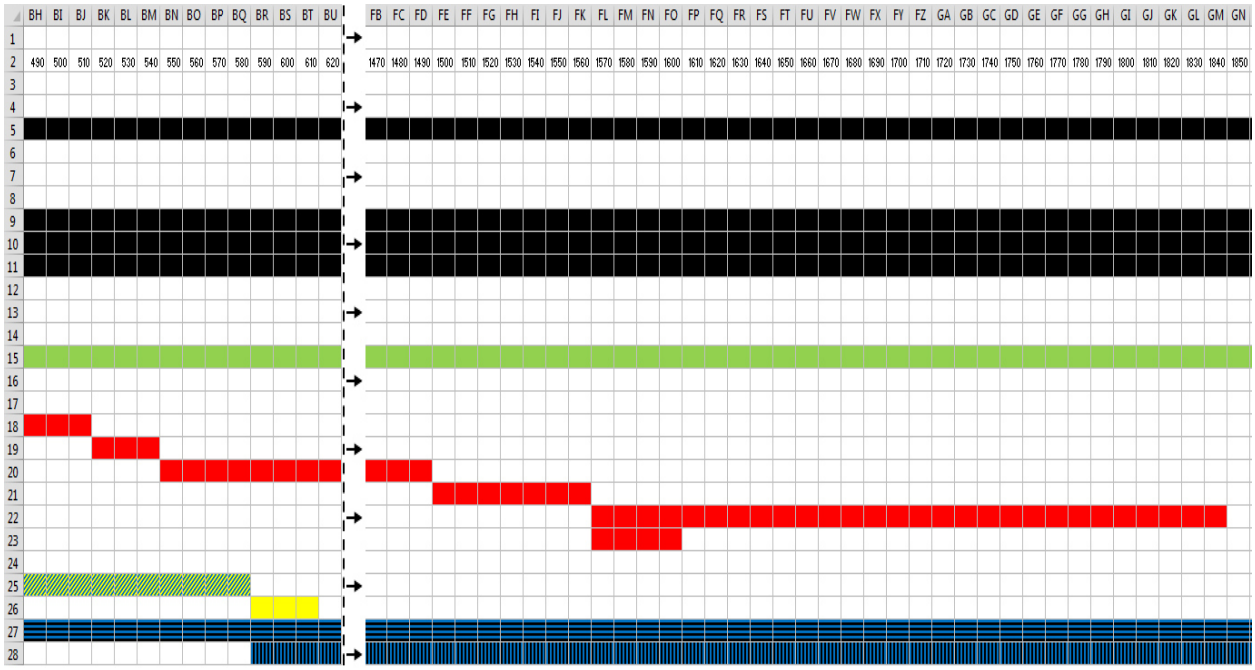


Bild 11: Balkendiagramm Wohnungsbrand NSNQ - zwei Staffeln; Sekunde 480 bis 1850

Die Berechnung von Taktzeiten erfolgt durch Addition von notwendigen Vorgängen zur Wiederholung der Einsatzaufgabe, wie beispielsweise der Rettung unter PA in einem Wohnhaus (vgl. Bild 9; S. 56). Hierfür sind für denselben Angriffs- und Rettungsweg folgende Aktivitäten erforderlich:

- Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe ins 2. OG (Zelle F17)
- Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation (Zelle F20)
- Bodycheck und Rückmeldung (Zelle F21)
- Retten einer Person über Treppe (Zelle F22/ F23)

Je nach Priorisierung einzelner Aktivitäten sind auch andere Modellierungsansätze für die Szenarien denkbar. Zur Erhöhung der C-Rohre im Außeneinsatz wurde im vorliegenden Beispiel auf das Schlauchmanagement (vgl. Bild 6; Zeile 32) verzichtet. Durch die Funktionen 5 und 6 hätte jedoch die Möglichkeit zur Übernahme des Schlauchmanagements bestanden.

Zur Modellierung von NSNQ-Maximalszenarien, wird je nach zur Verfügung stehenden Funktionen auch eine Erhöhung der Sicherheit und Qualität eingeplant, wenn diese Funktionen bedingt durch das gegebene Szenario nicht weiter verwendet werden können, aber frei sind oder durch eine nicht vertretbare Bewertung als sogenannte Sofortmaßnahmen (vgl. Abschnitt 4.2) die Funktionsstärke erhöht werden muss. Im beschriebenen Beispiel kam dies nicht zur Anwendung.

4.5 Möglichkeiten zur Bewertung des Zielerreichungsgrades bei der Modellierung von Feuerwehreinsätzen

Durch die Modellierung der beiden Szenarientypen HSHQ und NSNQ ist es möglich für die gleiche Anzahl an Funktionsstärken Unterschiede für alle Gütekriterien herauszuarbeiten. Jedoch lässt sich mit der Qualitätsbewertung der Einzelvorgänge die Gesamtqualität nicht abschließend beurteilen. Hierfür bedarf es an weiteren Untersuchungen, die die Zielerreichungsgrade der Einzelszenarien in Relation setzten. Eine Überprüfung von Einsatzzielen oder der Gesamteinsatzqualität kann etwa anhand wissenschaftlicher Grundlagen erfolgen. Hierzu zählen beispielsweise wieviel Menschen szenarienabhängig bis zu einer fixen Frist gerettet werden oder wieviel Prozent eines

Schadstoffes von der unkontrollierten Emission aufgehalten werden können. So lässt sich über den Zielerreichungsgrad der jeweiligen taktischen Einheit pro Szenario entscheiden.

Zur Identifikation des Zielerreichungsgrades bedarf es einem Abgleich des Leistungsvermögens mit simulierbaren, mathematisch ableitbaren oder anatomisch-physikalischen Daten. Jedoch liegen nicht für alle Leitszenarien solche Erkenntnisse vor, oder werden durch den heutigen Forschungsstand nicht mehr befürwortet. Zwei Beispiele hierfür sind die „*Golden hour of shock*“ (vgl. HOEDTKE; et al., 2010) und die in Fachkreisen diskutierte O.R.B.I.T.-Studie (vgl. RIDDER, 2013). Die in O.R.B.I.T. enthaltene CO-Summenkurve, die zur Ableitung der Hilfsfrist benutzt wurde, dürfte das bekannteste Diagramm der Feuerwehrbedarfsplanung sein. Nicht nur Bedarfspläne und andere Konzepte (vgl. beispielsweise BEZIRKSREGIERUNG KÖLN, --; BOSENBECKER, 2012; BRANDDIREKTION STUTTGART, 2011, etc.), sondern auch relativ aktuelle wissenschaftliche Studien und Werkzeuge (vgl. HESSEMER, 2007; VFDB, 2007) legen einer Bedarfsplanung immer folgende Zeiten zu Grunde:

- Erträglichkeitsgrenze für Personen im Brandrauch: ca. 13 min
- Reanimationsgrenze für eine Person im Brandrauch: ca. 17 min
- Zeit vom Brandausbruch bis zum Flash-Over: ca. 18 bis 20 min

Dabei ist wissenschaftlich nicht sichergestellt, bei welchen Umgebungsparametern des Wohnungsbrandes die dargestellte CO-Summenkurve von 1978 reliabel ist. Studien des Instituts der Feuerwehr Sachsen-Anhalt und der Fachhochschule Köln (vgl. PLEß; et al., 2007; LINDEMANN, 2010) beweisen, dass für Personen in einem Brandraum eine erfolgreiche Rettung nur durch eigene Kraft in den angegebenen Zeitgrenzen erfolgen kann. Die heutigen Energiesparmaßnahmen fördern unterentwickelte Brände und damit den schnellen Anstieg von Schadstoffen im Brandraum, weshalb es wichtig erscheint, Früherkennungssysteme oder automatische Löschanlagen zu fördern um überhaupt eine realistische Chance für eine Rettung zu bieten (vgl. PLEß; et al., 2007). Da bis dato wissenschaftlich, beispielsweise parameterabhängig, nicht die maximale Erträglichkeits- oder Reanimationsgrenze bestimmt werden kann, ist ein Rückschluss auf den Zielerreichungsgrad beim Wohnungsbrand-Szenario nicht möglich.

Ähnliches gilt für das repräsentative THL-Szenario. Zwar wäre nach der „*golden hour of shock*“ eine festgelegte Zeit von 20 min für die Versorgung und Befreiung von

Traumapatienten vorhanden. Jedoch wird diese Zeitgrenze vor allem in der Notfallmedizin des deutschsprachigen Raumes kritisch betrachtet (vgl. HOEDTKE; et al., 2010). Der Begriff entstand in den 1960er Jahren, in denen eine präklinische Versorgung noch nicht in dem Ausmaß und der Qualität stattfand, wie es heute der Fall ist. In Ländern, in denen das Prinzip „*Scoop and run*“ praktiziert wird, scheint die „G*olden hour of shock*“ weiterhin Beachtung zu finden. Jedoch ist das deutsche Rettungssystem auf „*Stay and play*“ ausgerichtet, bei dem der Fokus auf einer qualitativ hochwertigen Versorgung vor Ort liegt. Vor allem die Eintreffzeit des Notarztes hat nach heutigem Wissensstand (vgl. HOEDTKE; et al., 2010) einen großen Einfluss auf das Überleben der Patienten. Deshalb gibt es keinen Zusammenhang zwischen Outcome und Prähospitalzeit. Ein Einfluss der Länge des prähospitalen Intervalls auf die Sterblichkeit Polytraumatisierter kann folglich nicht nachgewiesen werden, wodurch die „*Golden hour of shock*“ zumindest in Ländern mit „*Stay and play*“-System überholt erscheint.

Für die Untersuchung in dieser Arbeit können somit nur die Ergebnisse von zwei aus vier Szenarien mit wissenschaftlich fundierten Daten abgeglichen werden. Dies ist durch eine Simulation für das ABC-Szenario beziehungsweise durch medizinische Erkenntnisse (vgl. Abschnitt 3.4) für das Eisrettungs-Szenario möglich.

Zum Schutz der Umwelt werden in der Regel bei einem Ammoniakaustritt neben den unverzüglich großflächigen Absperrmaßnahmen vor allem zwei Arbeitsschritte forciert durchgeführt. Zum einen die schnellstmögliche Abdichtung der Leckage im Gefahrenbereich und zum anderen ein Niederschlagen der Schadgase mit Wasser. Obwohl nur ein Bruchteil des Wassers, welches durch die Feuerwehr zum Niederschlagen von Ammoniak vernebelt wird, in Reaktion tritt und nicht genau bestimmt werden kann, wieviel dies genau ist, wird davon ausgegangen, dass durch die Vornahme von Strahlrohren die Emission eingedämmt werden kann. Je mehr Strahlrohre durch die Feuerwehr, bedingt durch die zur Verfügung stehenden Funktionen in Betrieb genommen werden können und je schneller der Abdichtvorgang bewältigt wird, desto größer ist folglich die Gesamteinsatzqualität. Zum Vergleich der Volumina der austretenden Schadgase bedarf es demgemäß einer beispielhaften Berechnung des Volumen- oder Massestroms (vgl. Anhang D).

5. Ergebnisdarstellung

In den nachfolgenden Abschnitten sind die Ergebnisse aus den in Anhang F einzusehenden Excel-Modellierungsplänen aufgeführt. Die dort befindlichen Diagramme werden der Übersichtlichkeit wegen in der Zeitleiste gerafft dargestellt. Die sekundengenaue Modellierung liegt digital, auf dem beigefügten Datenträger, vor. Neben den Einzelvorgängen, welche bezüglich der Sicherheit oder Qualität bewertet wurden, werden hier weiterhin alle variablen Parameter, Meilensteine und Taktzeiten, die in Kapitel 3 für die Leitszenarien beschrieben sind, zum Vergleich für die jeweilige taktische Einheit aufgeführt.

Die Maximalszenarien werden als eine mögliche Taktikvariante modelliert. Für das Wohnungsbrand-Szenario beispielsweise sind je nach realer Einsatzsituation, vor dem in dieser Arbeit forcierten Such- und Rettungseinsatz unter PA, eine Leiterrettung oder andere Maßnahmen denkbar.

Die Tabellen 5, 7, 9 und 11 (siehe S. 65 bis 81) veranschaulichen, welche Aufgaben durch die jeweilige taktische Einheit bewältigt werden können. Hervorzuheben sind hier vor allem die variablen Parameter aus Kapitel 3. Aufgaben, welche nicht durchgeführt werden können, werden mit einem „NEIN“ gekennzeichnet. Dementsprechend erfolgt eine Kennzeichnung mit „JA“, wenn die Modellierung auf eine Bewerkstelligung schließen lässt. Für diese Fälle wird bei entsprechender Relevanz in einer separaten Zeile der Umfang, wie zum Beispiel die Anzahl der C-Rohre im Außeneinsatz, genauer quantifiziert. Die Unterscheidung zwischen HSHQ und NSNQ zeigt zudem, in welcher Art und Weise eine Aufgabe erledigt wird. Dies geschieht durch die separate Darstellung der einzelnen sicherheits- und qualitätsrelevanten Parameter der entsprechenden Vorgänge, wie beispielsweise die Sicherheitsbewertung bei der Einsatzstellensicherung in Tabelle 5 (siehe S. 65). Für rein technisch-taktische Variationen erfolgt auch eine Differenzierung in der JA-NEIN-Form. Jedoch gibt es dazu keine weitere Analysemöglichkeit, da hier ausschließlich eine Unterscheidung für die benutzte Technik unternommen wird. Die Betrachtung der Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten, in oben genannten Tabellen, ist für die Ergebnisdarstellung nicht relevant. Diese Daten werden für eine Berechnung in Abschnitt 7.1 – Ergebniszusammenfassung benötigt.

Durch den Vergleich der Meilensteine und Taktzeiten in den Diagrammen aus den Bildern 12, 13, 14 und 15 (siehe S. 67 bis 83) ist es möglich Aussagen über das Gütekriterium Schnelligkeit zu treffen. Die Tabellen 6, 8, 10 und 12 (siehe S. 66 bis 82) dienen einer detaillierteren Nebeneinanderstellung der Daten. Sind Aufgaben nicht durchführbar, oder für eine taktische Einheit nicht zutreffend, werden die Felder grau hinterlegt.

5.1 Wohnungsbrand-Szenario

Nach Tabelle 5 (siehe S.65) unterschieden sich die beiden Maximalszenarienarten beim Wohnungsbrand-Szenario in der Bewertung der Sicherheit und Qualität für folgende Einzelvorgänge:

- Sicherheit bei der Sicherung der Einsatzstelle
  (HSHQ: neutral/ NSNQ: signifikantes Defizit)
- Sicherheit bei der Vornahme von C-Rohren im Außeneinsatz
  (HSHQ: neutral/ NSNQ: hohes Defizit)
- Sicherheit bei der Rettung von Personen über eine Treppe unter PA
  (HSHQ: neutral/ NSNQ: hohes Defizit)
- Qualität bei der Rettung von Personen über eine Treppe unter PA
  (HSHQ: neutral/ NSNQ: hohes Defizit)

Eine Brandbekämpfung im Außenangriff kann erst ab zwei Staffeln mit einem (HSHQ) oder mit zwei C-Rohren (NSNQ) erfolgen. Bei Zugrundelegung von hoher Sicherheit und Qualität ist bis zur Zugstärke maximal eine Vornahme von zwei C-Rohren mit vier Funktionen möglich. Jedoch lassen sich für dieselbe Funktionsanzahl und bei Tolerierung von Sicherheits- und Qualitätsdefiziten bis zu fünf C-Rohre mit fünf einzelnen FM (SB) für einen Außenangriff einsetzen. Bei der Anzahl der C-Rohre im Außeneinsatz macht es keinen Unterschied, ob 16 (AGBF-Zug) oder 19 Funktionen (Zwei Gruppen) verplant werden. Es ist jeweils entweder der Einsatz von zwei (HSHQ) oder vier C-Rohren (NSNQ) möglich.

Ein Such- und Rettungseinsatz im Gebäude und demzufolge eine Rettung von gehunfähigen Personen ist erst ab einer Staffel, mit einem Trupp unter PA, durchführbar.

Frühestens ab zwei Gruppen kann die Anzahl der Trupps unter PA erhöht werden, wobei sich dies nicht eher als mit einer Funktionsstärke von 22 FM (SB) (Zug) und unter Vernachlässigung von Sicherheit und Qualität auf maximal drei Trupps steigern lässt.

Eine Übernahme von zusätzlichen Arbeiten, wie dem Schlauchmanagement ist je nach Priorisierung des Außenlöschangriffs (vgl. Abschnitt 4.4) frühestens ab einer Gruppe möglich. Die Szenarien „Gruppe NSNQ“ bis „AGBF-Zug HSHQ“ (vgl. Tabelle 5; S. 65) stellen dabei eine Besonderheit dar, da hier entweder die Vornahme von C-Rohren im Außeneinsatz oder das Schlauchmanagement mit verschiedenen Funktionsstärken durchgeführt werden kann.

Je nach Konstellation der eingeplanten Fahrzeuge (vgl. Abschnitt 4.3) wird die Leiterrettung entweder via DL oder Steckleiter modelliert. Einem selbstständigen Trupp steht nur die DL zur Verfügung. Bei den weiteren taktischen Einheiten bis zu zwei Staffeln und zusätzlich bei zwei Gruppen ist diese nicht vorhanden. Dementsprechend kann bei den aufgeführten Einheiten nur eine Rettung über die Steckleiter erfolgen. Für die Staffel ist keine Rettung über eine Leiter möglich, wenn, wie im vorliegenden Beispiel, dem Such- und Rettungseinsatz unter PA einen höheren Stellenwert zugesprochen wird.

Bei der Betrachtung der Zeiten für die erste Menschenrettung über eine Treppe sowie via DL durch Verfahren des Leiterparks (abgekürzt durch „gehfähig-fahren DL“) in Bild 12 und Tabelle 6 (siehe S.66 bis 67) fällt auf, dass diese nicht stark von der Funktionsstärke abhängig sind. Nur bei der jeweils kleinsten modellierten taktischen Einheit und bei neutralen Sicherheits- und Qualitätsbewertungen ist ein leichter Zeitverzug feststellbar. Dies trifft sowohl beim HSHQ-Szenario des selbstständigen Trupps, als auch der Staffel zu. Jedoch ist das Zeitdefizit bei der Menschenrettung via DL durch Verfahren des Leiterparks bei nur drei Funktionen (selbstständiger Trupp/ von 469 s auf 593 s) höher, als bei der Menschenrettung über eine Treppe (gehfähig: von 1608 s auf 1631 s/ gehunfähig: von 1847 s auf 1870 s). Dies ist durch die fehlende Möglichkeit zur parallelen Modellierung von Vorgängen bei nur drei FM (SB) begründbar. Die Zeit bis zur ersten Menschenrettung über eine Leiter durch den selbstständigen Abstieg der zu rettenden Person (abgekürzt durch „gehfähig-gehen“) schwankt durch die unterschiedlichen Leiterarten (DL oder Steckleiter) zumindest bis zur AGBF-Zugstärke sehr. Allerdings gibt es diesbezüglich keinen Unterschied zwischen den HSHQ- und NSNQ-Szenarien der Gruppe, des AGBF-Zuges und des Zuges. Ab 16 FM (SB)

(AGBF-Zug) variieren die Zeiten trotz unterschiedlicher Leiterarten nur noch zwischen 373 s und 382 s.

Die Taktzeiten sind beim Such- und Rettungseinsatz unter PA hauptsächlich abhängig von der angenommenen Qualität und Sicherheit. Bis zum AGBF-Zug pendeln diese zwischen 1184 $\frac{s}{Person}$ und 592 $\frac{s}{Person}$ für gehfähige Personen, beziehungsweise 1423 $\frac{s}{Person}$ und 712 $\frac{s}{Person}$ für gehunfähige Personen. Ab zwei Gruppen zeichnet sich eine Verringerung der Taktzeiten auch durch die Möglichkeit zum parallelen Einsatz von mehreren Trupps unter PA ab. Für die Rettung via DL durch Verfahren des Leiterparks bleibt die Taktzeit immer konstant bei 124 $\frac{s}{Person}$. Durch die unterschiedlichen Leiterarten sind jedoch, genau wie bei den weiter oben beschriebenen Meilensteinen für die erste Menschenrettung, Unterschiede in der Taktzeit beim selbstständigen Abstieg zu verzeichnen. Beim Einsatz der DL, was beim selbstständigen Trupp, dem AGBF-Zug und dem Zug zutrifft, lässt sich eine Taktzeit von 28 $\frac{s}{Person}$ modellieren. Die doppelte Zeit pro zu rettender Person ist beim Steckleitereinsatz durch den eingeplanten sichernden FM (SB) notwendig (vgl. Abschnitt 4.3), da dieser die Leiter vor einer weiteren Rettung erst wieder nach oben steigen muss.

Tabelle 5: Aufbau der Maximalszenarien für das Wohnungsbrand-Szenario

Wohnungsbrand	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Sicherheit bei der Sicherung der Einsatzstelle	0	-2	0	-2	0	-2	0	-2	0	-2	0	-2	0	-2
Brandbekämpfung im Außenangriff	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
C-Rohre im Außeneinsatz	0	0	0	0	0	0	1	2	2	4	2	4	2	5
Sicherheit bei Vornahme von C-Rohren im Außeneinsatz							0	-3	0	-3	0	-3	0	-3
Rettung gehunfähiger Personen	NEIN	NEIN	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Einsatz von Trupps unter PA	NEIN	NEIN	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Anzahl der Trupps unter PA	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3
Sicherheit bei der Rettung von Personen über Treppe unter PA			0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3
Qualität bei der Rettung von Personen über Treppe unter PA			0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3
Menschenrettung über DL	JA	JA	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	JA	JA	NEIN	NEIN	JA	JA
Menschenrettung über tragbare Leiter	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	JA	JA	JA	JA	NEIN	NEIN	JA	JA	NEIN	NEIN
Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	JA	JA	NEIN	NEIN	NEIN	JA	JA	JA	JA	JA
Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	5	5	20	20	24	24	24	25	25	28	37	39	38	47

Erklärung: Die Werte beruhen auf beispielhafter Ermittlung.
Technische und taktische Variationen beeinflussen diese Bewertung.
Bei den HSHQ-Szenarien werden keine Kompromisse bezüglich der Sicherheit und Qualität eingegangen.

Farbskala zur Identifikation von Wertebereichen: rot/ negativ bis grün/ positiv

Abstufung der Sicherheits- und Qualitätsbewertung vgl. Tabelle 3

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

Tabelle 6: Zeitentabelle des Wohnungsbrand-Szenarios

Wohnungsbrand	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehfähig-fahren DL [s]	593	469							469	469			469	469
rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehfähig-fahren DL [s/Person]	124	124							124	124			124	124
Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehfähig-gehen DL oder Steckleiter [s]	497	373			650	650	522	613	373	373	382	382	373	373
rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehfähig-gehen DL oder Steckleiter [s/Person]	28	28			56	56	56	56	28	28	56	56	28	28
Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehfähig Treppe [s]			1631	1608	1608	1608	1608	1608	1608	1608	1608	1608	1608	1608
rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehfähig Treppe [s/Person]			1184	592	1184	592	1184	592	1184	592	592	296	592	197
Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehunfähig Treppe [s]			1870	1847	1847	1847	1847	1847	1847	1847	1847	1847	1847	1847
rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehunfähig Treppe [s/Person]			1423	712	1423	712	1423	712	1423	712	712	356	474	237

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

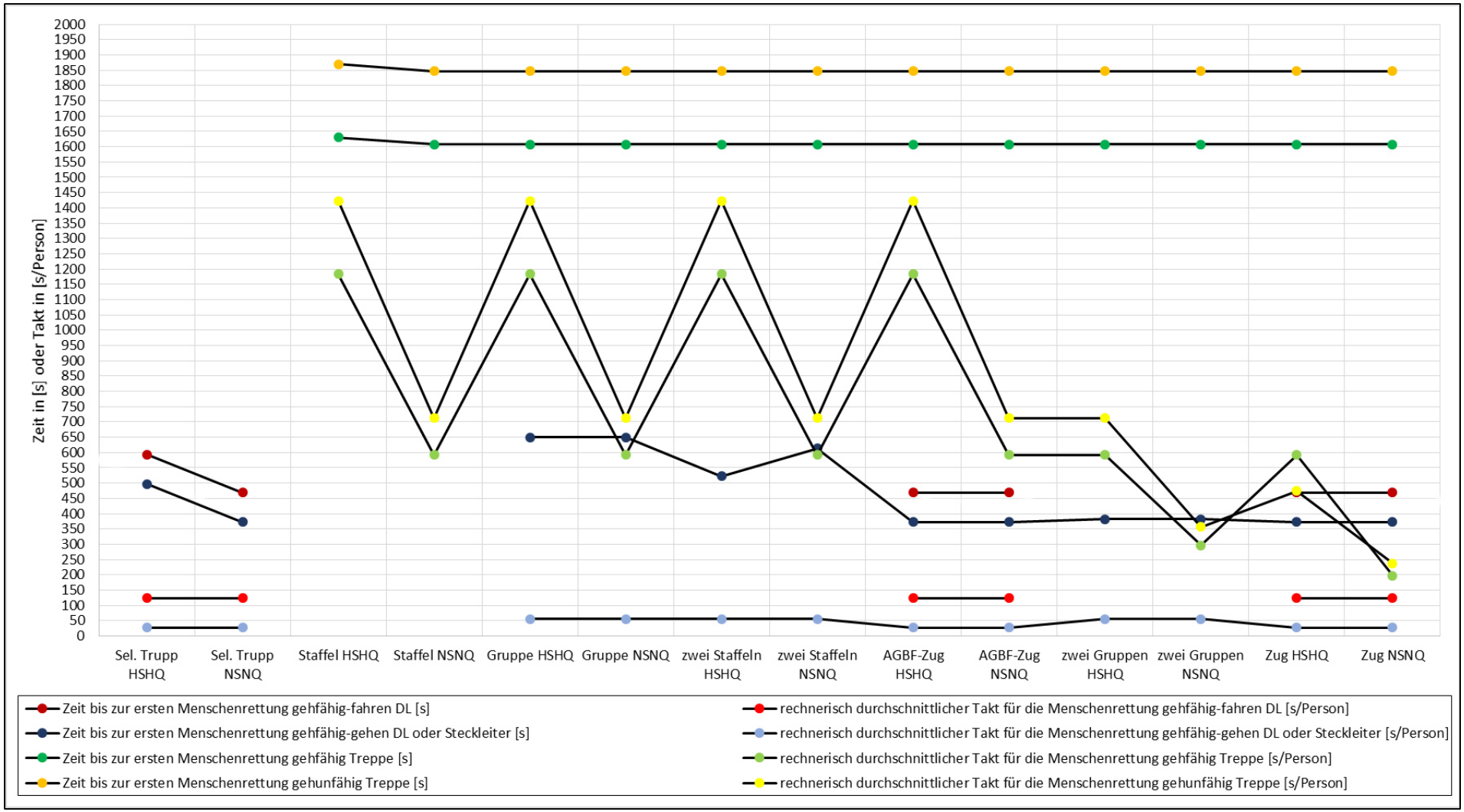


Bild 12: Zeiten für die erste Menschenrettung und deren Takt beim Wohnungsbrand-Szenario

5.2 THL-Szenario

Beim THL-Szenario ist die Untersuchung nicht für alle betrachteten taktischen Einheiten in vollem Ausmaß notwendig. Da der Mindestbedarf an Funktionen zur Gewährleistung des Einsatzerfolges durch die FwDVen oder die Expertenmeinung wie folgt abgeleitet wird, erfolgt eine Modellierung erst ab zehn Funktionen:

- **1 EL**
- **1 Ma**
- **2 FM (SB) für Verkehrssicherung**
- **1 FM (SB) zur Sicherstellung des Brandschutzes**
- **4 FM (SB) für die technische Rettung;**
  davon 2 FM (SB) zur Bedienung der Rettungsmittel
  und 2 FM (SB) für das Ablagemanagement (Holen und Bringen von technischem Gerät oder Entfernen von Fahrzeugteilen aus dem Arbeitsbereich) und anschließende Unterstützung bei der Rettung von Personen
- **1 FM (SB) für die Versorgung und Betreuung des/ der Verletzten**

Unabhängig von der Fahrzeugbesetzung können somit, für die in dieser Arbeit untersuchten taktischen Einheiten aus Tabelle 1 (siehe S. 39), nicht alle Aufgaben mit weniger als zwei Staffeln für eine sichere technische Rettung erfüllt werden. Die notwendigen Daten zur Beschreibung der Maximalszenarien in Tabelle 7 (siehe S. 71) für kleinere taktische Einheiten werden durch eine logische Herleitung der Aufgabenverteilung ermittelt. Maschinisten und Einheitsführer werden dabei nicht mit einbezogen, da Sie, wie in Abschnitt 4.4 beschrieben, für eine Wiederverwendung bei der Aufgabenbearbeitung nicht zur Verfügung stehen.

Als zusätzliches Fahrzeug für eine separaten Trupp oder separaten selbstständigen Trupp, wird hier ein RW eingeplant. Dies hat jedoch für diese Arbeit keinen Einfluss auf die Aufgabenübernahme oder das Leistungsvermögen der jeweiligen taktischen Einheit, bedingt durch die erhöhten technischen Möglichkeiten. Unter Berücksichtigung der fixen Parameter aus Abschnitt 3.2, wie beispielsweise die Deformation der PKW oder den Ort des Szenarios ist die technische und taktische Variation deshalb weitgehend eingeschränkt.

Analog zum Wohnungsbrand-Szenario werden in den Tabellen 7 und 8 (siehe S.71 bis 72) sowie dem Bild 13 (siehe S. 73) die Ergebnisse übersichtlich dargestellt. Nach Tabelle 7 unterschieden sich die beiden Maximalszenarienarten beim THL-Szenario in der Bewertung der Sicherheit und Qualität für folgende Einzelvorgänge:

- Sicherheit bei der Verkehrssicherung
  (HSHQ: neutral/ NSNQ: neutral bis nicht vertretbares Defizit)
- Sicherheit bei der Sicherstellung des Brandschutzes
  (HSHQ: neutral/ NSNQ: geringes Defizit)
- Qualität bei der Patientenbetreuung
  (HSHQ: neutral/ NSNQ: hohes Defizit)

Wie in Abschnitt 4.2 beschrieben, wird hinsichtlich des durch die Expertenbefragung ermittelten nicht vertretbaren Defizits bei der Verkehrssicherung durch zwei Funktionen, auch bei den NSNQ-Szenarien eine neutrale Sicherheitsbewertung eingeplant. Dies geschieht, sobald dies durch die Größe der taktischen Einheit möglich ist oder die Erreichung des Einsatzzieles (technische Rettung) nicht gefährdet wird. Letzteres ist beim modellierten NSNQ-Szenario von zwei Staffeln zutreffend. 13 Funktionen können das beschriebene Leitszenario, inklusive einer technischen Rettung von Verletzten, nur mit nicht vertretbarem Sicherheitsrisiko bewältigen. Werden keine Sicherheits- und Qualitätsdefizite toleriert, ist der Einsatz erst ab 19 Funktionen möglich. Für kleinere taktische Einheiten sind nur begleitende Tätigkeiten durchführbar, welche nicht zum eigentlichen Einsatzziel (technische Rettung) zugehörig sind, wie beispielsweise die Sicherstellung des Brandschutzes, Verkehrssicherungsmaßnahmen oder die Patientenbetreuung. Deshalb wird auf eine weitere Konkretisierung im Folgenden verzichtet. Eine genauere Aufgabenverteilung ist aus Tabelle 7 (siehe S. 71) ersichtlich.

Beim THL-Szenario gibt es, neben der Möglichkeit zur technischen Rettung, nur einen weiteren variablen Parameter. Dieser quantifiziert die Anzahl der Personen, die gleichzeitig versorgt und betreut werden können und ist stark von der Maximalszenarienart HSHQ oder NSNQ abhängig. Bei den NSNQ-Szenarien reicht die Spannweite von einem Patient bei einer Gruppe bis sieben Patienten bei einem Zug. Dagegen können sowohl mit 19 Funktionen (Zwei Gruppen), als auch mit 22 Funktionen (Zug) nur zwei Personen mit hoher Qualität und Sicherheit (neutrale Bewertung) betreut und versorgt werden.

Bei der Betrachtung von Bild 13 (siehe S.73) fällt auf, dass die Zeit bis zur ersten Menschenrettung und deren durchschnittliche Taktzeit für alle modellierten Szenarien auf einem Niveau liegen. Bis zur Rettung einer Person verstreichen immer 909 s und weitere Patienten können erst 591 s später gerettet werden, unabhängig mit welcher taktischen Einheit das Szenario modelliert wird. Die einzige Ausnahme stellt das NSNQ-Szenario des Zuges dar. Eine Halbierung der Taktzeit erfolgt in Verbindung mit einem parallelen Einsatz von weiteren hydraulischen Rettungsmitteln. Da für die technische Rettung nach oben stehender Auflistung vier FM (SB) gebunden werden, ist dies nur für das beschriebene Szenario möglich. Zwar stünden bei zwei Gruppen (NSNQ) auch vier Funktionen für weitere Tätigkeiten zur Verfügung (vgl. Tabelle 7), wenn ein FM (SB) zur Personenbetreuung verplant wird. Jedoch kann dann keine Versorgung von weiteren Patienten sichergestellt werden. Das schließt folgerichtig die Möglichkeit zur parallelen Rettung aus. Sobald allerdings keine zeitgleiche technische Rettung durchgeführt wird, ist es beispielsweise denkbar sieben Personen zu betreuen und zu versorgen, jedoch ergibt sich dann keine Halbierung der Taktzeit.

Tabelle 7: Aufbau der Maximalszenarien für das THL-Szenario

THL	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ	
Sicherheit bei der Verkehrssicherung		-4	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	
Sicherheit beim Brandschutz					0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	
Anzahl der freien Funktionen ohne Aufgaben		0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Aufgabenverteilung [FM (SB)] (Ma und EFü entfallen)		VS: 2	VS: 4	VS: 4	VS: 4 BS: 2	VS: 4 BS: 1 PB: 2	VS: 4 BS: 2 PB: 2	Szenario modelliert	VS: 4 BS: 2 PB: 2	Szenario modelliert	Szenario modelliert	Szenario modelliert	Szenario modelliert	Szenario modelliert	
Anzahl der Personen, die gleichzeitig versorgt und betreut werden können	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	5	2	7	3
technische Rettung möglich	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	JA	NEIN	JA	JA	JA	JA	JA	
Qualität bei der Patientenbetreuung						0	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	
Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	1 (Erkundung)	3	4	4	5	10	10	12	10	12	13	16	13	17	19

Erklärung:
VS: Verkehrssicherung
BS: Brandschutz
PB: Patientenbetreuung
HSHQ: Hohe Sicherheit; hohe Qualität
NSNQ: Niedrige Sicherheit; niedrige Qualität

Die Werte beruhen auf beispielhafter Ermittlung.
Technische und taktische Variationen beeinflussen diese Bewertung.
Bei den HSHQ-Szenarien werden keine Kompromisse bezüglich der Sicherheit und Qualität eingegangen.
Eine Veränderung ist nur bei den NSNQ-Szenarien, durch freie Funktionen, möglich.

Farbskala zur Identifikation von Wertebereichen: rot/ negativ bis grün/ positiv

Abstufung der Sicherheits- und Qualitätsbewertung vgl. Tabelle 3

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

Tabelle 8: Zeitentabelle des THL-Szenarios

THL	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Zeit bis zur ersten Menschenrettung [s]								909		909	909	909	909	909
rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung [s/Person]								591		591	591	591	591	296 591

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

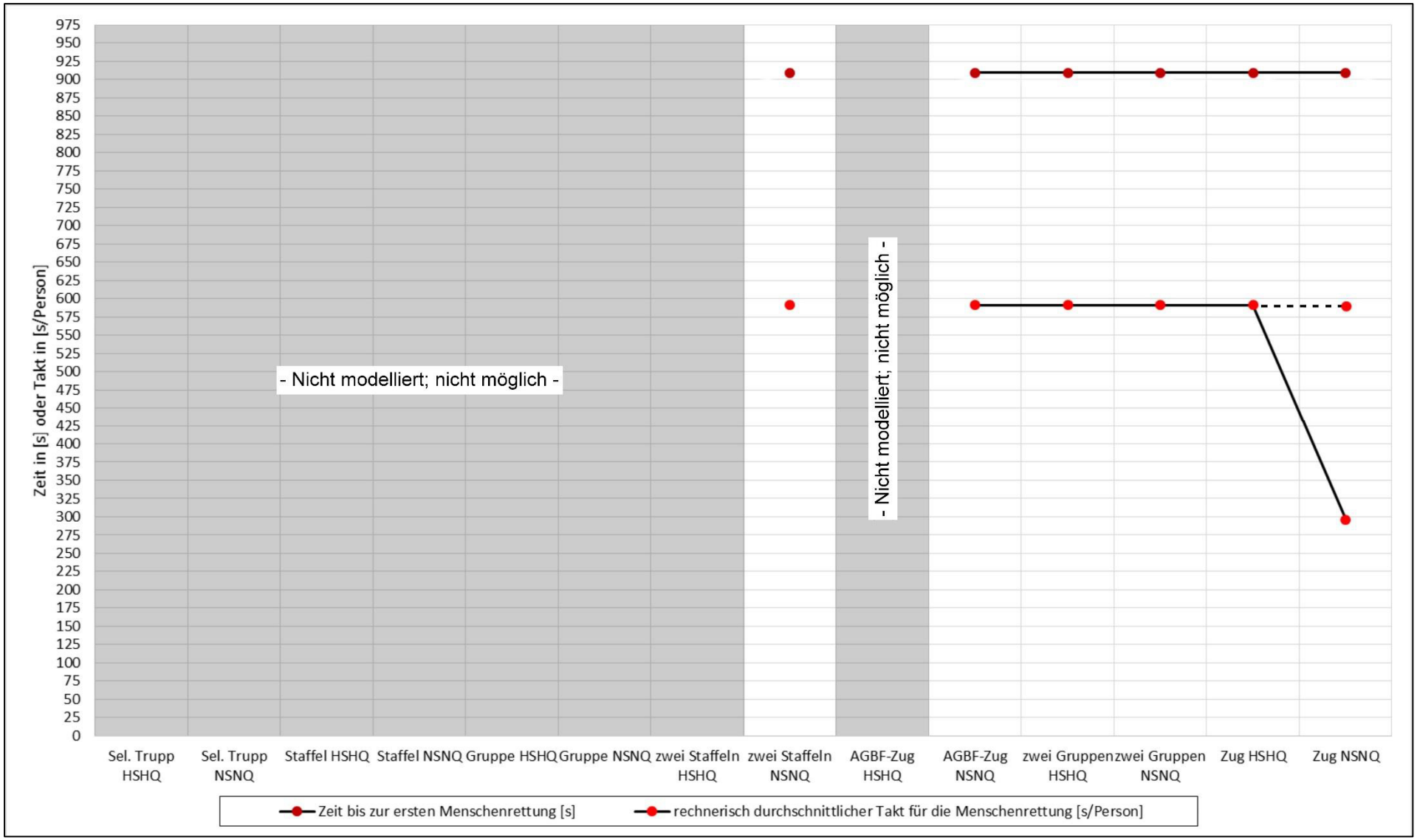


Bild 13: Zeiten für die erste Menschenrettung und deren Takt beim THL-Szenario

5.3 ABC-Szenario

Ähnlich dem THL-Szenario ist für das ABC-Szenario die Modellierung nicht für alle Einheitsgrößen notwendig. Der Mindestbedarf an Funktionen zur Gewährleistung des Einsatzerfolges stellt sich wie folgt dar, wodurch erst ab 18 Funktionen eine genauere Untersuchung erfolgen muss:

- **1 EL**
- **2 EFü**
- **2 Ma**
- **2 FM (SB) für Absperrmaßnahmen**
- **3 FM (SB) für Mess- und Dokumentationstätigkeiten**
- **4 FM (SB) für das Abdichten der Leckage**
- **2 FM (SB) für Dekontaminationsmaßnahmen**
- **2 FM (SB) als Sicherheitstrupp**

Mit weniger als zwei Gruppen können somit nicht alle Aufgaben für eine sichere Abdichtung der Leckage oder zumindest die Einleitung eines Niederschlags des Ammoniaks erfüllt werden. Jedoch lassen sich durch kleinere taktische Einheiten Absperr-, Mess- und Dokumentationsmaßnahmen durchführen, sowie Dekontaminationsplätze aufbauen. Da diese Aufgaben nicht zum eigentlichen Einsatzziel (Abdichten der Leckage) gehören, wird auf eine weitere Beschreibung der Tätigkeiten verzichtet. Die Aufgabenverteilung kann aus Tabelle 9 (siehe S. 76) entnommen werden.

Als zusätzliches Fahrzeug für eine separaten Trupp oder separaten selbstständigen Trupp, wird hier ein GWG oder ein anderes Einsatzmittel mit Geräten der Dekontaminations- und Messtechnik eingeplant.

In Tabelle 9 und 10 sowie Bild 14 (siehe S. 76 bis 78) werden die Parameter der Maximalszenarien in bekannter Form aufgeführt. Die Unterscheidung zwischen HSHQ und NSNQ liegt hier alleine bei der Sicherheit und Qualität der Dekontamination (HSHQ: neutral/ NSNQ: signifikantes Defizit). Hier muss jedoch aufgrund der wenigen freien Funktionen selbst beim HSHQ-Szenario des Zuges vorübergehend eine Vernachlässigung der Sicherheit und Qualität toleriert werden. Andernfalls ist eine Modellierung mit den Annahmen aus Kapitel 4 und aufgrund einer effizienten Nutzung

von Funktionsstellen nicht durchführbar. Es wird jedoch so schnell wie möglich die Dekon-Stufe II aufgebaut. Da letztendlich beim NSNQ-Szenario mehr Funktionen für eine Wiederverwendung als beim HSHQ-Szenario zur Verfügung stehen, muss auch hier nicht auf eine Erhöhung der Dekon-Stufe verzichtet werden. Diese liegt infolge einer anderen Priorisierung der von Einsatzaufgaben und folglich durch eine veränderte Modellierung nur etwas zeitversetzt vor.

Obwohl mit zwei Gruppen (NSNQ) eine Abdichtung der Leckage und eine spätere Dekontamination erfolgen kann, ist es nicht möglich ein C-Rohr zum Niederschlagen des austretenden Ammoniaks vorzunehmen. Mit 22 Funktionen (Zug) lässt sich der Niederschlag des Ammoniaks mit einem einzelnen C-Rohr nur bei Vernachlässigung der Sicherheit und Qualität vor Beendigung des Abdichtvorgangs modellieren. Andernfalls ist die Einleitung der Bindung des Schadgases mit Wasser überflüssig, da diese Maßnahmen durch die zu späte Fertigstellung zu keinem Erfolg mehr führen. In Bild 14 (siehe S. 78) wird dies besonders deutlich. Die Zeit bis zum Abdichten der Leckage bleibt für zwei Gruppen und den Zug konstant bei 1231 s. Für das HSHQ-Szenario des Zuges fängt der modellierte Niederschlag erst bei 1299 s an. Beim NSNQ-Szenario derselben taktischen Einheitsgröße kann der Sprühnebel schon 854 s vor Beendigung der Abdichtungsmaßnahmen eingeleitet werden. Dies ist durch die oben beschriebene andere Priorisierung der Einsatzaufgaben durchführbar, allem voran infolge der schnelleren Absperrung des Gefahrenbereichs durch mehr Funktionen aber auch der gleichzeitigen Verlängerung der Zeit bis zum Aufbau der Dekon-Stufe II. Bei der Annahme von 13 min nach AGBF, 1998 von Schadenseintritt bis zum Erreichen des Einsatzortes, wird beispielsweise für einen Leckagedurchmesser von 2 cm das nicht durch Sprühnebel teilweise gebundene Ammoniak, welches frei emittiert würde, berechnet und in Tabelle 9 aufgeführt. Die Berechnungsgrundlage ist in Anhang D einzusehen. Erst ab der Zugstärke können 41 % des Ammoniaks mit Wasser beaufschlagt werden. Bei weniger Funktionen treten für diesen Fall 556 kg Ammoniakgas bis zur Abdichtung der Leckage aus.

Die Zeit bis zum Absperren des Gefahrenbereichs ist abhängig von der Anzahl der hierfür eingesetzten Kräfte. Bei vier FM (SB) geschieht dies in 448 s und bei 2 FM (SB) in 756 s. Die Erhöhung bei zwei Gruppen (NSNQ) und dem Zug (HSHQ) resultiert aus dem Mehraufwand durch die Priorisierung zur Erfüllung des Einsatzzieles (vgl. Bild 14, S. 78).

Tabelle 9: Aufbau der Maximalszenarien für das ABC-Szenario

ABC	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Abdichten und Dekontamination	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	JA	JA	JA
Dekon-Stufe					Not-Dekon	Not-Dekon	II	II	II	II	II	Not-Dekon	II	II
Sicherheit bei der Dekontamination												-2	-2 / 0	-2 / 0
Qualität bei der Dekontamination												-2	-2 / 0	-2 / 0
Anzahl der freien Funktionen ohne Aufgaben	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	Szenario modelliert	Szenario modelliert	Szenario modelliert
Aufgabenverteilung [FM (SB)] (Ma und EFü entfallen)	AM: 2	AM: 2	AM: 4	AM: 4	AM: 4 ND: 2	AM: 4 ND: 2	AM: 4 DII: 4	AM: 4 DII: 4	AM: 4 DII: 4	AM: 4 DII: 4	AM: 4 DII: 4 MD: 3			
Anzahl der vorgenommenen C-Rohre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	3	3	4	4	8	8	9	9	11	11	12	12	18	20
Niederschlag vor Beendigung des Abdichtvorgangs													NEIN	JA
Beispielhafte Massenberechnung des ohne Niederschlag ausgetretenen Ammoniaks bei 2 cm Leckagegröße [kg]													556	329

Erklärung:
AM: Absperrmaßnahmen
ND: Aufbau Not-Dekon
DII: Aufbau Dekon-Stufe II
MD: Messen und Dokumentation

Die Werte beruhen auf beispielhafter Ermittlung.
Technische und taktische Variationen beeinflussen diese Bewertung.
Obwohl bei den HSHQ-Szenarien keine Kompromisse bezüglich der Sicherheit und Qualität eingegangen werden, muss hier kurzfristig, aufgrund der effizienten Nutzung freier Funktionsstellen darauf verzichtet werden.
Eine Veränderung ist sonst nur bei den NSNQ-Szenarien, durch freie Funktionen, möglich.

Farbskala zur Identifikation von Wertebereichen: rot/ negativ bis grün/ positiv

Abstufung der Sicherheits- und Qualitätsbewertung vgl. Tabelle 3

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

Tabelle 10: Zeitentabelle des ABC-Szenarios

ABC	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Zeit bis zum Absperren des Gefahrenbereiches [s]	756	756	448	448	448	448	448	448	448	448	448	756	756	448
Zeit bis zum Anfangen des Niederschlagen des Ammoniaks [s]													1299	377
Zeit bis zum Abdichten der Leckage [s]												1231	1231	1231

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

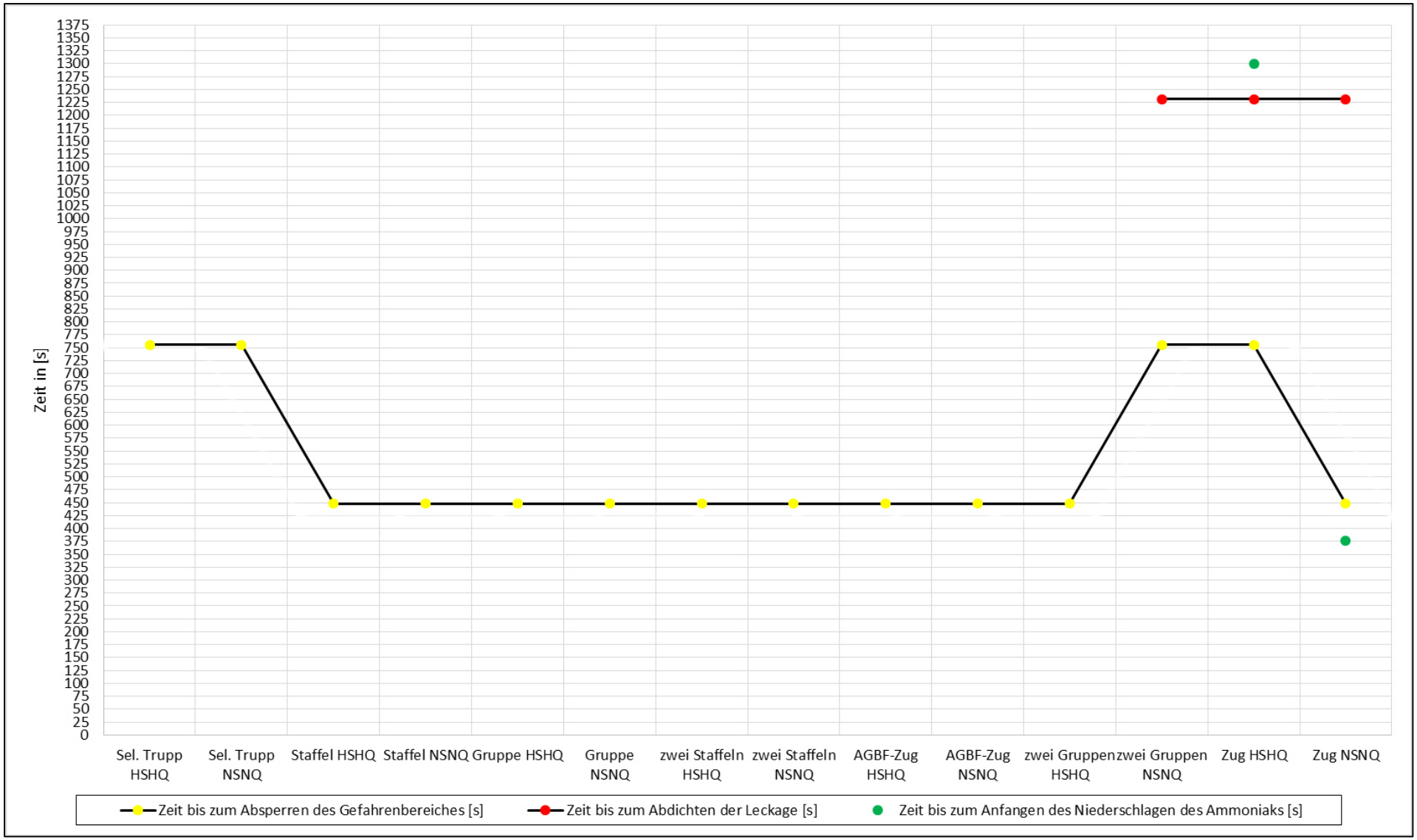


Bild 14: Zeitendiagramm beim ABC-Szenario

5.4 Eisrettungs-Szenario

Für das Eisrettungs-Szenario sind durch unterschiedliche Eisrettungsmittel, mehrere technische Varianten möglich. Zudem unterschieden sich diese durch verschiedene Abstände, für die maximal eine Rettung möglich ist. Üblicherweise kann eine DL in horizontaler Ausladung oder Unterflur maximal zwischen 20 m und 25m eingesetzt werden. Für größere Abstände sind nur die üblichen Hilfsmittel zur Eisrettung, wie Schlitten, Schleifkorbtrage etc. brauchbar. Die Ableitung von sicherheitsrelevanten Parametern erfolgt bei diesem Szenario ausschließlich durch die verwendete Technik. Einen Bezug zu unterschiedlichen Funktionsstärken konnte bei der Eisrettung für die Gütekriterien Sicherheit und Qualität nicht erarbeitet werden. Je nach eingesetzter Technik ist es für die HSHQ-Szenarien somit möglich, entweder via DL und stark verbesserter Sicherheitsbewertung, oder via Eisrettungsschlitten mit neutraler Bewertung zu modellieren (vgl. Tabelle 11; S.81). Die NSNQ-Szenarien werden ausschließlich mit Steckleiterteilen und Spineboard oder Schleifkorbtrage und folglich mit hohem Sicherheitsdefizit durchgeplant. Beim Einsatz von nur drei Funktionen (selbstständiger Trupp) kann kein NSNQ-Szenario herausgearbeitet werden, da der Einsatz der DL obligatorisch und dementsprechend kein Sicherheitsdefizit feststellbar ist.

Die aus den vorherigen Abschnitten bekannten Tabellen und die Graphik stellen die Ergebnisse der Modellierung für das Eisrettungs-Szenario dar (vgl. Tabelle 11 und 12 sowie Bild 15; S. 81 bis 83). Bis zu einer Gruppe kann maximal ein Eisrettungsmittel eingesetzt werden. Für mehr Funktionen sind je nach Ausrückekonstellation (mit oder ohne DL) entweder zwei oder drei Eisrettungsmittel parallel verwendbar.

In Bild 15 wird aufgrund der verschiedenen, erreichbaren Abstände der Eisrettungsmittel zwischen der Zeit bis zur ersten Menschenrettung über DL oder via herkömmlichen Eisrettungsmitteln unterschieden. Beim Einsatz der DL bleiben die Taktzeiten konstant bei 137 s. Mit Ausnahme des AGBF-Zuges (HSHQ/ 433 s) beträgt die Zeit bis zur ersten Menschenrettung hierbei 428 s. Die Verwendung des Eisrettungsschlittens ermöglicht die schnellste Rettung von Menschenleben innerhalb von 341 s bei der Staffel und bei größeren Funktionsstärken binnen 309 s. Ist kein Eisrettungsschlitten vorhanden und es werden Steckleiterteile entweder mit einem Spineboard oder einer Schleifkorbtrage kombiniert, so variieren die Zeiten bis zur ersten Menschenrettung stark. Für eine einzelne sowie zwei Gruppen und einen Zug können annähernd identische Dauern von

331 s und 334 s modelliert werden. Bei Verdopplung der Staffel unterscheiden sich diese auch nur um drei Sekunden. Jedoch liegen hier, genauso wie beim AGBF-Zug, trotz Erhöhung der Funktionsanzahl größere Rettungszeiten vor. Dies ist vor allem durch die modellierte Variante begründbar, da bei zwei Staffeln diese eigenständig arbeiten können und dadurch kein Vorteil bei der Schnelligkeit durch eine größere Funktionsstärke erzielt wird. Wie oben beschrieben, ist dies bei einer und zwei Gruppen identisch. Beim AGBF-Zug sind vordergründig zwar auch mehr FM (SB) vorhanden, die verplant werden können, jedoch werden durch den Einsatz eines weiteren Eisrettungsmittels in Form der DL Einsatzkräfte gebunden, welche erstmal nicht für andere Aufgaben zur Verfügung stehen. Dies führt ebenso zu einer Verlängerung der Rettungszeiten. Ist nur eine Person eingebrochen, so reicht die Vornahme eines einzelnen Eisrettungsmittels und die Zeiten sind selbstverständlich so gering wie vorliegend modelliert. Alle Szenarien ab neun Funktionen (Gruppe) hätten dann identische Zeiten bis zur ersten Menschenrettung von 309 s (HSHQ) und 334 s (NSNQ).

Die Taktzeiten mit Ausnahme beim Einsatz der DL sind zum einen stark von der Funktionsstärke abhängig und zum anderen vom eingesetzten Rettungsmittel. Ab zwei Staffeln können nach Tabelle 11 mehrere Geräte gleichzeitig benutzt werden, wodurch die Taktzeiten halbiert werden (vgl. Tabelle 12 und Bild 15; S. 82 bis 83).

Tabelle 11: Aufbau der Maximalszenarien für das Eisrettungs-Szenario

Eisrettung	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Anzahl der gleichzeitig einsetzbaren Eisrettungsmittel	1		1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	3	3
Rettungs mittels Schleifkorbtrage/ Spineboard und Steckleiterteil	NEIN		NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA
Rettung mittels Eisrettungsschlitten	NEIN		JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
Rettung mittels DL	JA		NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	JA	JA	NEIN	NEIN	JA	JA
Maximaler Abstand zum Ufer	20 - 25 m		-	-	-	-	-	-	20 - 25 m / -	20 - 25 m / -	-	-	20 - 25 m / -	20 - 25 m / -
Sicherheit bei der Menschenrettung	3		0	-3	0	-3	0	-3	3 / 0	3 / -3	0	-3	3 / 0	3 / -3
Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	5	0	8	9	8	9	13	15	17	19	13	15	18	19

Erklärung:
Die Werte beruhen auf beispielhafter Ermittlung.
Technische und taktische Variationen beeinflussen diese Bewertung.
Bei den HSHQ-Szenarien werden keine Kompromisse bezüglich der Sicherheit und Qualität eingegangen.
Eine Veränderung ist nur bei den NSNQ-Szenarien, durch freie Funktionen, möglich.

Farbskala zur Identifikation von Wertebereichen: rot/ negativ bis grün/ positiv

Abstufung der Sicherheits- und Qualitätsbewertung vgl. Tabelle 3

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

Tabelle 12: Zeitentabelle des Eisrettungs-Szenarios

Eisrettung	Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Zeit bis zur ersten Menschenrettung über herkömmliches Eisrettungsgerät [s]			341	406	309	334	309	403	309	364	309	334	309	331
rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung über herkömmliches Eisrettungsgerät [s/Person]			161	181	161	181	80,5	90,5	80,5	90,5	80,5	90,5	80,5	90,5
Zeit bis zur ersten Menschenrettung über DL [s]	428								433	428			428	428
rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung über DL [s/Person]	137								137	137			137	137

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

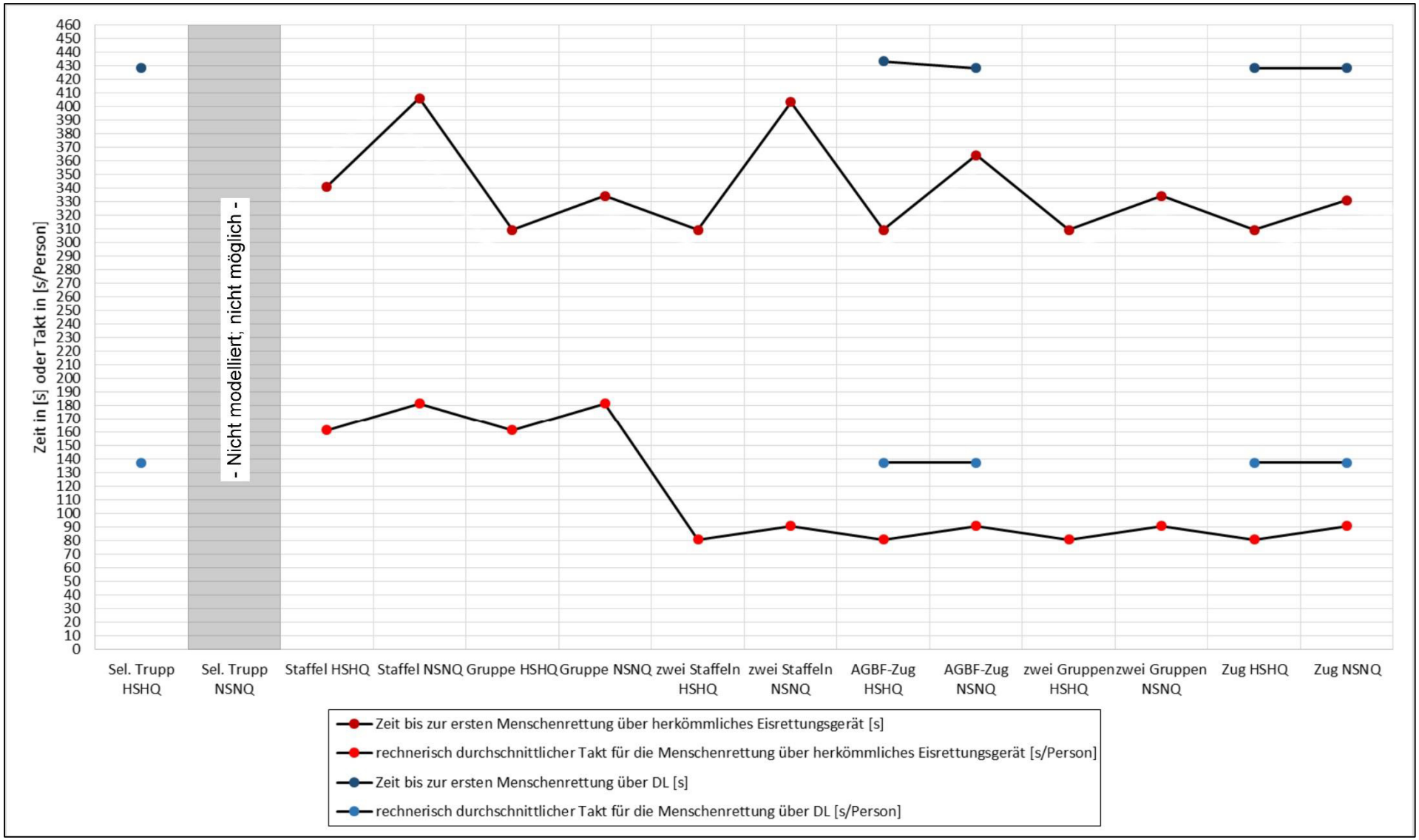


Bild 15: Zeiten für die erste Menschenrettung und deren Takt beim Eisrettungs-Szenario

Zur Abschätzung der Zielerreichung kann beim Eisrettungs-Szenario eine lineare Rechnung durchgeführt werden, wodurch die maximal mögliche Anzahl an, bei Bewusstsein geretteten, Personen ermittelt wird. Die Annahme nach AGBF, 1998, dass 13 min bis zur Erreichung des Einsatzortes verstreichen, lässt nach BEIER, 2006 und US-Coast Guard, 2002 auf eine Restzeit von 17min für die Rettung von Personen schließen, bis diese durch eine Unterkühlung bewusstlos werden. Durch die in Tabelle 12 nachzulesenden Zeiten und Takte für die Menschenrettung, sind theoretisch folgende maximale Personenanzahlen für die jeweiligen taktischen Einheiten und Rettungsmittel möglich:

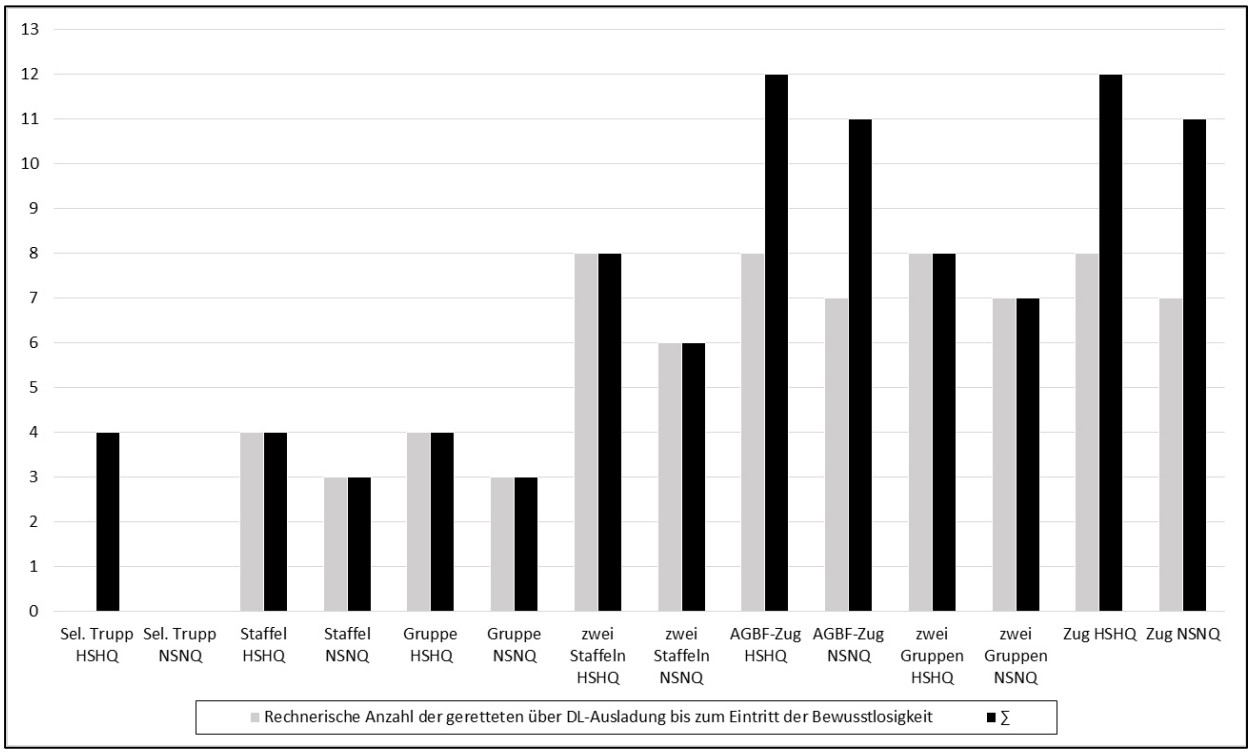


Bild 16: Rechnerisch ermittelte Anzahl an Personen, welche theoretisch in Abhängigkeit des Abstandes zum Ufer bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit gerettet werden können

Die Grafik in Bild 16 unterschiedet wiederum zwischen DL und herkömmlichen Eisrettungsmittel aufgrund der unterschiedlichen, möglichen Abstände des Rettungsmittels zum Ufer. Vergleicht man nur die Anzahl der Personen über DL-Ausladung der HSHQ-Szenarien, so fällt auf, dass bis zu einer Gruppe immer vier Personen gerettet werden können. Ab zwei Staffeln bis zu einem Zug wird die doppelte

Anzahl verzeichnet. Bei alleinigem oder parallelen Einsatz einer DL ist es möglich vier Personen zu retten oder zusätzlich an Land zu holen, unabhängig welche sicherheitsrelevanten Parameter zugrunde gelegt werden. Beim alleinigen Einsatz von Steckleiter und Spineboard oder Schleifkorbtrage sind generell weniger Rettungen in gleicher Zeit möglich. Für Staffel und Gruppe sind dies jeweils drei. Für zwei Staffeln verdoppelt sich der Wert und ab 16 Funktionen (AGBF-Zug) ist nochmals eine Rettung mehr möglich.

6. Ergebnisinterpretation

Der Vergleich der Gütekriterien Schnelligkeit, Sicherheit und Qualität pro taktischer Einheit lässt einen Rückschluss auf die Unterschiede des Leistungsvermögens zu. Da die Ergebnisse aus Kapitel 5 vom jeweiligen Leitszenario abhängig sind, werden diese hier vorerst auch weiterhin separat betrachtet.

Beim einem Wohnungsbrand-Szenario ist statistisch gesehen in der Regel maximal die Vornahme von drei C-Rohren notwendig (vgl. HILDEBRNAD, 2013). In dieser Arbeit wären dies durch die priorisierte Modellierung des Such- und Rettungseinsatzes unter PA, zwei im Außen- und eines im Inneneinsatz. Aus Tabelle 5 (siehe S. 65) geht hervor, dass dies mit zwei Staffeln (NSNQ) sowie dem AGBF-Zug (HSHQ) bewerkstelligt werden kann. Als Mindeststärke gelten dabei die 16 Funktionen des AGBF-Zuges, da somit erstmals ohne Sicherheits- und Qualitätsdefizit die Bewältigung der Lage in diesem Ausmaß möglich ist. Bei der eigenständigen Interpretation des Gütekriteriums Schnelligkeit und demzufolge der Daten aus Bild 12 (siehe S. 67) fällt auf, dass ab dieser Stärke, unabhängig über welchen Rettungsweg, die Zeiten bis zur ersten Menschenrettung konstant bleiben. Bei Verringerung der Funktionen erhöhen sich als erstes die Rettungszeiten via Leiter. Dies ist durch die Fahrzeugkonstellation und dementsprechend das Fehlen der DL begründbar. Die restlichen Dauern bis zur Menschenrettung bleiben auch bei niedrigeren Funktionsstärken konstant, mit Ausnahme des selbstständigen Trupps (HSHQ) und Rettung über die DL, beziehungsweise der Staffel (HSHQ) und Rettung über eine Treppe. Die schwankenden Taktzeiten sind, wie bereits in Abschnitt 5.1 beschrieben, auf die Vernachlässigung von Sicherheit und Qualität für die jeweilige taktische Einheit zurückführbar. Erst ab zwei Gruppen können durch mehrere Trupps unter PA die Rettungen pro Zeiteinheit nach unten getrieben werden. Auf den Rettungsweg via Leitern wirkt sich dies nicht aus. Bei komplexeren Szenarien, die einen erhöhten Bedarf an Trupps unter PA und C-Rohren im Außeneinsatz erfordern, reichen aber schon drei Funktionen mehr, um diese zu bewältigen, wenngleich hierfür Defizite in Sicherheit und Qualität in Kauf genommen werden müssen. Konkret heißt dies, dass mit zwei Gruppen schon vier C-Rohre und zwei Trupps unter PA eingesetzt werden können. Ob die Vernachlässigung, vor allem in Punkto Sicherheit, legitim ist, muss je nach Einsatzsituation entschieden werden. Für eine sichere und qualitativ hochwertige Einsatzbewältigung in angemessener Zeit bei komplexeren Einsätzen reicht nach Tabelle 5 (siehe S. 65) selbst ein Zug nicht aus. Denn hier können

entweder jeweils zwei Trupps unter PA und im Außenangriff am C-Rohr, oder ein Trupp unter PA und drei Trupps im Außenangriff eingesetzt werden. Unter 13 Funktionen ist keine Brandbekämpfung außerhalb des Gebäudes oder Abschirmung von weiteren Sachwerten möglich (Priorisierung der Menschenrettung), weshalb diese Stärke für einen Wohnungsbrand als Minimum angenommen werden muss. Die Rettungszeiten sind jedoch je nach Fahrzeugkonstellation (wie hier ohne DL modelliert) höher als beim AGBF-Zug.

Anders als beim Wohnungsbrand-Szenario sind für das beschriebene THL-Szenario nicht alle Funktionsstärken ausreichend, um selbst mit verminderter Sicherheit und Qualität alle anfallenden Arbeiten zu übernehmen. Auch bei der Annahme von drei FM (SB) für die Durchführung der technischen Rettung, entgegen des in Abschnitt 5.2 aufgeführten Mindestbedarfs, liegt bei der Verkehrssicherung ein noch immer nicht vertretbares Sicherheitsdefizit vor. Zur Beseitigung dieses Mangels, durch Aufstockung auf vier FM (SB) für die Verkehrssicherung, müsste die Rettung nur mit zwei Funktionen durchgeführt werden, was nach Einschätzung der befragten Experten nur äußerst selten machbar erscheint. Beim AGBF-Zug ist es hinsichtlich der Modellierung der Szenarien erstmals möglich eine solche Schadenslage zu bewältigen, wenngleich hier immer noch Abstriche bei der Patientenbetreuung und der Sicherstellung des Brandschutzes gemacht werden müssen. Nach DÜRHOLT; et al, 1998 liegt der Besetzungsgrad bei der PKW-Nutzung in Deutschland durchschnittlich bei 1,2 $\frac{Personen}{PKW}$ für Wege zur Arbeit bis 1,9 $\frac{Personen}{PKW}$ für beispielsweise Freizeitwege. Das heißt es müsste zumindest für zwei Personen eine Betreuung und Versorgung durch die Feuerwehr sichergestellt werden. Dies ist nach Tabelle 8 (siehe S. 72) ab 19 Funktionen möglich. Selbst bei Erhöhung auf Zugstärke können beim HSHQ-Szenario keine weiteren Personen betreut werden, da hier durch ein zusätzliches Fahrzeug dementsprechend mehr Personal für die Einsatzleitung und als Maschinist fungieren. Diese Funktionen wurden jedoch in dieser Arbeit für abweichende Tätigkeiten bei HSHQ-Szenarien nicht verplant. Bei Tolerierung eines hohen Defizits bei der Patientenbetreuung sowie geringer Einbuße bei der Sicherstellung des Brandschutzes können jedoch mit zwei Gruppen oder einem Zug entweder fünf oder sieben Personen betreut werden. Mit 22 Funktionen wäre somit auch eine parallele technische Rettung und Betreuung von drei bis zu Patienten möglich.

Ähnlich dem THL-Szenario ist der Bewältigungsaufwand von ABC-Szenarien zu groß, um sie mit kleineren taktischen Einheiten bewältigen zu können. Jedoch sind hier nur für die beiden größten betrachteten Einheiten Abdicht- und weiterführende Dekontaminationsmaßnahmen möglich (Zwei Gruppen und Zug). Dabei müssen jedoch bei allen modellierten Szenarien signifikante Defizite in Qualität und Sicherheit toleriert werden, da entweder keine oder erst verspätet die Dekon-Stufe II aufgebaut werden kann. Ebenso bedarf es zur vollständigen Erfüllung aller Einsatzaufgaben an zusätzlichen FM (SB), die ansonsten für Tätigkeiten der Einsatzleitung gebunden wären (FüAss und Ma-ELW). Ein Niederschlag der Schadgase durch Vornahme von C-Rohren kann erst ab 22 Funktionen geschehen, wobei nur durch eine anderen Priorisierung der Arbeiten im NSNQ-Szenario dieser rechtzeitig, vor Beendigung des Abdichtvorgangs, erfolgt. Zu Beurteilung der Gesamteinsatzqualität wurde eine Untersuchung des austretenden Massestroms durchgeführt (vgl. Anhang D und Abschnitt 5.3). Da mit der maximal betrachteten Einheitsgröße eines Zuges nur die Vornahme eines einzelnen C-Rohres zum Niederschlagen des Ammoniaks möglich ist, kann keine Gegenüberstellung des gebundenen Ammoniaks durch Variation der Rohranzahl erfolgen. Wie in Abschnitt 5.3 beschrieben, kommt für die Beurteilung des Gütekriteriums Schnelligkeit noch die Zeit bis zum Absperren des Gefahrenbereiches in Betracht. Eine schnellere Abriegelung ist jedoch nur durch eine andere taktische Priorisierung und Vernachlässigung von Sicherheit und Qualität möglich. Alles in allem kann selbst mit einem Zug eine vergleichsweise kleine ABC-Lage nicht ordentlich bewältigt werden.

Das Eisrettungs-Szenario bietet folglich als einziges Leitszenario die Möglichkeit zur uneingeschränkten Bewertung des Zielerreichungsgrades. Die Analyse von Bild 15 (siehe S. 83) zeigt, dass durch den Einsatz der DL kein Zeitvorteil gegenüber herkömmlicher Eisrettungsmittel zu verzeichnen ist. Jedoch dadurch eine starke Verbesserung der Sicherheit erreicht werden kann, obwohl das Rettungsmittel nur bis maximal circa 25 m Abstand zum Ufer Verwendung findet. Weiterhin ist es möglich vier Personen bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit über die DL zu retten, unabhängig, ob diese einzeln oder parallel eingesetzt wird. Entgegen anderer Szenarien können beim Eisrettungs-Szenario trotz Vernachlässigung der Sicherheit keine Vorteile für andere Gütekriterien abgeleitet werden. Die Meilensteine und Taktzeiten sind hierbei durch die eingesetzten Rettungsmittel länger, wodurch folglich auch weniger Personen in gleicher Zeit gerettet werden können. Dementsprechend ist bei diesem Szenario vor allem die Technik entscheidend für die Sicherheit und Schnelligkeit der Einsatzkräfte. Den besten

Kompromiss für nur wenige eingebrochene Personen bietet hierbei der Eisrettungsschlitten in Verbindung mit neun Funktionen, da auch mit größeren taktischen Einheiten die Zeit bis zur ersten Menschenrettung nicht verringert werden kann. Beim gleichzeitigen Einbruch einer noch größeren Personengruppe reicht selbst die Erhöhung auf 13 Funktionen aus, um in einem angemessenen Zeitraum beispielsweise acht Personen an Land zu bringen.

Bei der separaten Betrachtung des Leistungsvermögens jeder untersuchten taktischen Einheit kann folgendes zusammengefasst werden. Ein selbstständiger Trupp ist mit der entsprechenden Technik ausgestattet in der Lage einzelne Einsatzaufgaben zu erfüllen. Sogar Einsatzziele, wie die Rettung von Menschenleben aus, mit der DL anleiterbaren, Fenstern können erreicht werden. Jedoch gilt dies nur für ausgewählte Szenarien, bei der spezielle Technik die geringe Funktionsstärke ansatzweise kompensiert.

Beim Einsatz einer Staffel können, in Bezug auf das gesamte Einsatzspektrum einer Feuerwehr, nur wenige zusätzliche Tätigkeiten übernommen werden. In dieser Arbeit ließ sich dafür nur der Einsatz eines Trupps unter PA identifizieren. Jedoch ist es beim Wohnungsbrand selbst unter Vernachlässigung der Sicherheit und Qualität weithin nicht möglich ein C-Rohr im Außeneinsatz vorzunehmen, wenn die Menschenrettung priorisiert durchgeführt wird.

Gleiches gilt für die Gruppe. Beim Eisrettung-Szenario ist der Leistungsunterschied noch unwesentlich geringer. Bezüglich der Schnelligkeit sind in beiden Leitszenarien nur geringe Verbesserungen feststellbar.

Selbst bei der Verdopplung der Staffel und zusätzlich eingesetztem Einsatzleiter auf 13 Funktionen nimmt das Einsatzspektrum und damit auch das Leistungsvermögen noch nicht auf ein akzeptables Maß zu. Auch wenn sich mit dieser Funktionsstärke beim Wohnungsbrand-Szenario erstmals alle Einsatzaufgaben durchführen lassen und die Bearbeitung des THL-Leitszenarios generell möglich erscheint. Aufgrund von nicht vertretbaren Sicherheitsrisiken kann dies nicht geduldet werden. Der Leistungszugewinn dürfte, das Eisrettungs-Szenario betreffend, nicht ins Gewicht fallen, da davon ausgegangen wird, dass nur selten eine Gruppe von mehr als vier Personen gleichzeitig einbricht. Aus diesem Grund, kann das Eisrettungs-Szenario folgend vernachlässigt werden.

Mit einem AGBF-Zug lassen sich hingegen komplexere Szenarien bewältigen. Erstmalig kann das THL-Szenario mit vertretbaren Sicherheitsrisiken, aber immer noch hohen Qualitätseinbußen abgearbeitet werden. Beim Wohnungsbrand besteht die Möglichkeit, dass statistisch betrachtet, alle erforderlichen Einsatzmaßnahmen ergriffen werden (vgl. Abschnitt 5.1). ABC-Szenarien dürften aber weiterhin nicht zu bewältigen sein, da das angenommene Szenario, ein für diese Szenarienart, kleines Ereignis darstellt.

Bei einer weiteren Erhöhung der Funktionsstärke auf zwei Gruppen und damit 19 FM (SB) ist ein beträchtlicher Zuwachs des Leistungsvermögens zu verzeichnen. Beispielsweise beim Wohnungsbrand-Szenario sind, durch die zusätzlichen drei Funktionen zum AGBF-Zug, trotz derselben Anzahl an C-Rohren im Außeneinsatz schon zwei Trupps unter PA einsetzbar. Dadurch entsteht, unabhängig ob mit oder ohne Sicherheits- und Qualitätsdefizite, eine Halbierung der Rettungszeiten bei wiederholter Wohnungsdurchsuchung. Dies kann selbst mit einem Zug nur bei Vernachlässigung von Standards übertroffen werden. Beim THL- und ABC-Szenario ist der Zugewinn des Leistungsvermögens ebenso deutlich zu erkennen. Es ist erstmals möglich das ABC-Szenario anzugehen, wenngleich nicht alle wünschenswerten Maßnahmen eingeleitet werden können und immer noch beträchtliche Sicherheits- und Qualitätsdefizite zu verzeichnen sind. Anders sieht es beim THL-Szenario aus. Dort sind durch die 19 Funktionen alle Arbeiten mit minimalen Risiken und ordentlichen qualitativen Standards durchführbar.

Mit einem Zug ergeben sich, das HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario betreffend, keine sonderlich großen Vorteile im Gegensatz zu zwei Gruppen. Einzig der Einsatz der DL führt im Allgemeinen zu einer eventuellen Verbesserung der taktischen Möglichkeiten. Die Schnelligkeit der Leiterrettung verbessert sich nur geringfügig, wobei grundsätzlich der Einsatz der DL als Rettungsmittel vom Einsatzort abhängig ist und diese somit nicht überall verwendbar ist. Bei Vernachlässigung von Sicherheit und Qualität zeichnet sich jedoch für den Zug eine beträchtliche Szenariengröße ab, die bewältigt werden kann. Fünf C-Rohre und drei PA-Trupps dürften hingegen nur bei ausgedehnten Wohnungsbränden benötigt werden. Für THL-Szenarien gilt ähnliches wie zuvor geschildert. Eine tatsächliche Leistungssteigerung ist nur unter Vernachlässigung von Sicherheit und Qualität möglich. Dabei können zwei technische Rettungen parallel durchgeführt werden, was zwar grundsätzlich nicht die Zeit bis zur ersten Menschenrettung minimiert, aber der Einsatz an zwei PKW oder über unterschiedliche

Zugangswege gleichzeitig möglich macht. Für ABC-Szenarien ist jedoch selbst ein Zug im Grunde nicht ausreichend, weil damit immer noch Defizite in Sicherheit und Qualität geduldet werden müssen. Die untersuchten taktischen Einheiten bis 22 Funktionen sind nicht in der Lage das ABC-Szenario in ordentlichem Maße zu bewältigen.

7. Schlussbetrachtung

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse zusammengefasst und kritisch hinterfragt. Der Ausblick gibt Aufschluss über mögliche Ansätze für weitere wissenschaftliche Studien mit Bezug auf die Feuerwehrbedarfsplanung.

7.1 Ergebniszusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Methodik entwickelt, um das Leistungsvermögen von taktischen Einheiten einer Feuerwehr, mit dem Hauptaugenmerk auf den Funktionsstellen als wichtigsten Parameter, zu ermitteln und zu bewerten. Gänzlich neu für die Art dieser Studien ist neben der Untersuchung der Schnelligkeit als temporären Aspekt, die Einbindung von zwei weiteren definierten Gütekriterien, der Sicherheit und Qualität. Eine Betrachtung der Einsatzsicherheit wurde in der Vergangenheit (vgl. POGGENPOHL, 2013; AVERILL; et al., 2010) zwar schon beiläufig miteinbezogen, jedoch wurde dabei keine quantifizierende Methodik angewandt. Erstmals wurde auch, entgegen der üblichen Priorisierung auf Brandszenarien, ein Katalog mit verschiedenen Leitszenarien aus mehreren Szenarienarten benutzt. Dieser diente als Grundlage für die Untersuchung mit netzplanerischer Basis. Durch die Vielzahl an Variablen, die das Einsatzgeschehen beeinflussen können, mussten beispielhaft eine Reihe an Annahmen getroffen werden. Deshalb wurden den Leitszenarien fixe und variable Parameter zugeordnet, wodurch sie genauer beschrieben werden konnten. Dabei wurde auf eine offene Szenariengestaltung geachtet und so wenig wie möglich fixe Parameter definiert. Ein Vergleich der variablen Parameter, Meilensteine und Taktzeiten ließ Rückschlüsse auf das Leistungsvermögen der unterschiedlichen Funktionsstärken zu, wenngleich die modellierten Maximalszenarien nur als ein technisches und taktisches Exempel betrachtet werden können.

Obwohl eine nicht an Szenarien gebundene Beurteilung des Leistungsvermögens angestrebt wurde, sollte dennoch aufgrund der differenzierten Ergebnisse eine detaillierte Betrachtung für das jeweilige Leitszenario erfolgen (vgl. Kapitel 5). Es stellte sich heraus, dass die einzelnen Szenarien unterschiedliche Anforderungen bezüglich der Gütekriterien Schnelligkeit, Sicherheit und Qualität an den Tag legen. Bedingt durch die spezifische technische Ausrüstung der einzelnen taktischen Einheiten sind zusätzliche

Differenzen im Leistungsvermögen möglich. Eine vollständige Umkehrung der etablierten Betrachtungsweise ist aufgrund der vielen Parameter, die zur Definition eines Szenarios nötig sind, folglich nicht möglich. Je nach Szenario ergeben sich ideale Funktionsstärken für den Grundschutz. Beim Wohnungsbrand-Szenario sind 16 Funktionen als ideal anzusehen, da durch diese die meisten Wohnungsbrände mit Personengefährdung in ausreichendem Maße bewältigt werden können. Für das THL- und ABC-Leitszenario reichen diese jedoch bei weitem nicht aus. Werden solche Szenarien für eine Feuerwehrbedarfsplanung zugrunde gelegt, müssen mindestens zwei Gruppen vorgehalten werden. Beim THL-Szenario genügen diese zur Einhaltung von notwendigen Sicherheits- und Qualitätsstandards, bei gleichzeitig zufrieden stellenden taktischen Möglichkeiten. Dahingegen kann ein ABC-Szenario selbst mit einem Zug nicht ohne vorübergehende Defizite bei der Sicherheit und Qualität abgearbeitet werden. Da solche Schadenslagen jedoch nur in 0,56 % der Fälle (vgl. Bild 3; S. 25) als relevanter Einsatzgrund genannt werden, ist die Nutzung eines solchen Leitszenarios bei öffentlichen Feuerwehren kritisch zu hinterfragen. Bei Eisrettungsunfällen reichen in der Regel sechs Funktionen zur adäquaten Hilfeleistung obwohl mit einer Gruppe ein leichter Zeitvorteil möglich ist. Eine zusätzliche Erhöhung der Funktionsstärke bringt in Bezug auf die Gütekriterien Sicherheit und Qualität keinen Vorteil. Es können lediglich mehr Personen zur gleichen Zeit gerettet werden, was nur in Einzelfällen erforderlich sein dürfte.

In Bild 17 werden die Bewältigungskapazitäten der taktischen Einheiten anhand der Leitszenarien veranschaulicht. Grundsätzlich sind kleinere taktische Einheiten nicht in der Lage alle betrachteten Szenarien vollständig bis zur Erreichung des Einsatzzieles zu bewältigen. Eisrettungs- und Wohnungsbrand-Szenarien können mit geringen Funktionsstärken als erstes durchgeführt werden. THL- und ABC-Szenarien bedürfen dagegen größerer taktischer Einheiten. Mit 19 Funktionen ist jedoch die Abdeckung der meisten Standardsituationen möglich, wenn auch für einzelne Tätigkeiten zumindest bis zum Eintreffen nachrückender Einheiten eventuell Sicherheits- und Qualitätsdefizite in Kauf genommen werden müssen. Somit stellen zwei Gruppen unter Berücksichtigung der Gütekriterien und unter Zugrundelegung der definierten Leitszenarien die Referenz für den Grundschutz in Bezug auf die Kosten-Nutzenbilanz dar.

	Sel. Trupp 3 Funktionen	Staffel 6 Funktionen	Gruppe 9 Funktionen	zwei Staffeln 13 Funktionen	AGBF-Zug 16 Funktionen	zwei Gruppen 19 Funktionen	Zug 22 Funktionen
Wohnungsbrand-Szenario							
THL-Szenario							
ABC-Szenario							
Eisrettungs-Szenario							

Ausführung von Aufgaben möglich, jedoch kann das Einsatzziel nicht erreicht werden	Nur Teilweise Erfüllung des Einsatzzieles möglich	Bewältigung möglich, jedoch mit sehr großen Defiziten	Bewältigung möglich mit großen Defiziten	Bewältigung möglich mit geringen Defiziten	Bewältigung ohne Defizite

Bild 17: Bewältigungskapazitäten in Abhängigkeit der betrachteten Leitszenarien

In Bild 17 ist mit dem Einsatzziel beispielsweise das Löschen eines Brandes, die Menschenrettung, oder Abdichtung einer Leckage gemeint. Dahingegen werden alle anderen Tätigkeiten, wie Absperr-, Dokumentationsmaßnahmen, etc. die im Vorfeld oder nebenbei erledigt werden müssen, nicht dazugezählt.

Eine Zusammenführung aller modellierten Daten, die die Gütekriterien Schnelligkeit, Sicherheit und Qualität sowie den Umfang der Aufgabenerfüllung betreffen, lässt eine grobe Darstellung des Leistungsvermögens der untersuchten taktischen Einheiten, ausgehend von 22 Funktionen (100%), zu. In Bild 18 wird dies anhand eines Diagramms veranschaulicht. Das prozentuale, relativierte Leistungsvermögen ist abhängig von der Gewichtung der oben genannten Faktoren. In dieser Arbeit wird folgende Verteilung benutzt:

- **35% Schnelligkeit**
- **15% Sicherheit**
- **15% Qualität**
- **35% Aufgabenerfüllung**

Je nach Präferenz des Anwenders können andere Graphen entstehen. Als Datengrundlage dienen hier alle Meilensteine, Taktzeiten, variablen Parameter, Sicherheits- und Qualitätsbewertungen sowie die aufsummierte, maximal mögliche Anzahl an Aktivitäten der einzelnen Funktionsstärken (vgl. Tabellen zum Aufbau der

Maximalszenarien aus Kapitel 5). Die Berechnungsgrundlage kann in Anhang E eingesehen werden.

Die Ergebnisse aus Kapitel 5 haben gezeigt, dass die eingesetzte Technik das Leistungsvermögen beeinflusst. Aufgrund, der beim Wohnungsbrand- und Eisrettungs-Szenario des selbstständigen Trupps, des AGBF-Zuges und des Zuges mitgeführten, Drehleiter muss ein Korrekturfaktor mit einbezogen werden. Auch die anderen untersuchten taktischen Einheiten können theoretisch eine Drehleiter mitführen. Da dies in dieser Arbeit jedoch hinsichtlich der festgelegten, als evident angesehenen Fahrzeug-Konstellationen nicht einbezogen werden konnte, wurde dieser Faktor beispielhaft mit 33% angesetzt.

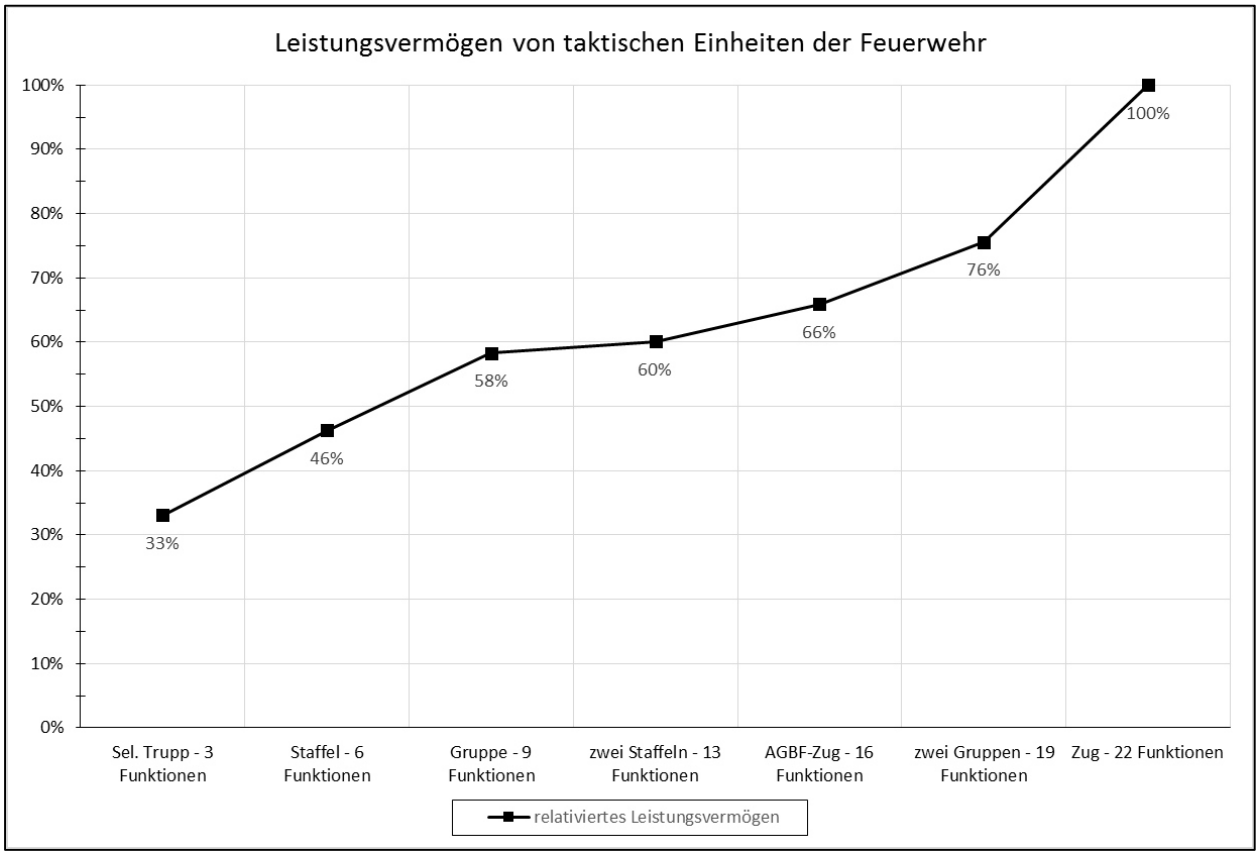


Bild 18: Relativiertes, prozentuales Leistungsvermögen von taktischen Einheiten der Feuerwehr

Das Leistungsvermögen steigt bei der Erhöhung von drei bis auf neun Funktionen fast linear an. Danach zeigt sich ein annähernd exponentieller Verlauf. Je größer die taktische Einheit, desto umfangreicher wird das Leistungsvermögen. Der größte prozentuale Zuwachs ergibt sich zwischen 19 und 22 Funktionen mit 24%. Wie auch aus Bild 17 zu entnehmen, ist mit zwei Gruppen verhältnismäßig schon ein akzeptables Leistungsvermögen zu erzielen.

Grundsätzlich ist die, in Bild 18 dargestellte Leistungskurve, als plakative Darstellungsform anzusehen. Eine Multiplikation des errechneten Leistungsvermögens auf Basis einer taktischen Einheit ist aufgrund der Bewertungsmethodik nicht möglich. Das heißt beispielsweise, dass ausgehend vom Leistungsvermögen des selbstständigen Trupps (drei Funktionen) mit 33%, selbiges nicht für eine Gruppe (neun Funktionen) bei 99% liegt.

Durch die teilweise fehlenden oder mangelhaften wissenschaftlichen Grundlagen (vgl. O.R.B.I.T.-Studie und *„golden hour of shock"*) zur Bestimmung des Zielerreichungsgrades (Gesamtqualität) konnte keine abschließende Analyse des qualitativen Leistungsvermögens erfolgen. Damit ist zum Beispiel der Vergleich der modellierten Einsatzdauern mit einer festgelegten Frist, bis zu der mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Überleben einer zu rettenden Person nicht mehr ausgeschlossen werden kann, gemeint. Der Zielerreichungsgrad ließ sich nur beim Eisrettungs-Szenario mit einer festgelegten Frist bis zum Einstritt der Bewusstlosigkeit bestimmen. Die Qualitätseinschätzung bei anderen Szenarien bezog sich daher ausschließlich auf einzelne Vorgänge während des Einsatzes.

7.2 Diskussion

Die Umkehrung der etablierten Betrachtungsweise von der taktischen Einheit hin zu Maximalszenarien bringt eine Reihe nicht lösbare Probleme mit sich, die zu Beginn der Aufgabenbearbeitung nicht vorherzusehen waren. Vor allem die Wertung des Zielerreichungsgrades und Annahme von so wenigen Parametern wie möglich zur Erarbeitung von offen gestalteten Leitszenarien sind Punkte, die hier noch einmal aufgegriffen werden.

7.2.1 Parameterabhängige Bewertung des Zielerreichungsgrades

Entgegen der Untersuchungsmethodik, bedarf es zur Überprüfung des Zielerreichungsgrades oft genau definierter Szenarien. Je detailreicher die Annahmen vorweg aufgestellt werden, desto einfacher lässt sich diese Analyse bewerkstelligen. Jedoch stehen grundsätzlich nicht überall wissenschaftliche Grundlagen hierfür bereit. Anhand des ABC-Szenarios kommt die eingangs aufgestellte These besonders deutlich zur Geltung.

Es wurde anfänglich vermutet, dass durch verschiedene Leckagedurchmesser und einem angenommenem Bindungsvermögen ein Vergleich des gebundenen Ammoniaks möglich ist. Durch die Funktionsstärken variable Rohranzahl sollte der Emissionsgrad als Zielerreichungsgrad dienen. Der Leckagedurchmesser war somit als zusätzlicher variabler Parameter eingeplant.

Zur Modellierung des Schadgasaustritts mit variablen Leckagedurchmessern, wurde die Software ALOHA (kurz für: *areal locations of hazardous atmospheres*) in der Version 5.4.4 der *United States Environmental Protection Agency* verwendet. Die Ausbreitungsberechnung mit ALOHA erfolgt stoff- und zustandsspezifisch nach dem Gauß- oder Schwergasmodell DEGADIS der U.S. Coast Guard und dem U.S. Gas Research Institute (vgl. REINECKE, 2008). Die errechneten und via Microsoft Excel aufbereiteten Massenströme sind in Anhang D einzusehen. Die Diagramme veranschaulichen die Abhängigkeit der Massenströme vom jeweiligen Leckagedurchmesser. Da das Ausbreitungsverhalten von Gaswolken von mehreren Faktoren abhängig ist, müssen beispielhafte Annahmen getroffen, die der eigentlichen Untersuchungsmethodik entgegenstehen.

Infolge der Modellierung der Szenarien kristallisierte sich jedoch weiterhin heraus, dass für das beschriebene Szenario nur ein Zug unter Vernachlässigung der Sicherheit für die rechtzeitige Vornahme eines C-Rohres ausreichend ist. Ferner ist in der Realität der Bindungserfolg vom Abdeckungs- und Verneblungsgrad des Wasserauftrags abhängig, was eine endgültige Beurteilung des Zielerreichungsgrades beim ABC-Szenario ausschließt.

Je detaillierter die Szenarien definiert sind, desto mehr ist das Leistungsvermögen von dieser Definition abhängig, was letztendlich nicht mit der notwendigen Betrachtungsweise

zur Ableitung von Maximalszenarien in Einklang zu bringen ist. Denn durch Annahmen wird nur ein Bruchteil des realen Einsatzspektrums von Feuerwehren beleuchtet. Gerade beim ABC-Szenario sind dies nicht nur stoffabhängige Parameter, sondern auch Tankgröße, Form der Leckage und des Tanks, etc.

7.2.2 Nicht modellierbare Parameter und Szenarien

Bei der Lösung der Aufgabenstellung wurde zu Beginn noch ein weiteres Brand-Szenario in den Szenarienkatalog mit aufgenommen. Es handelte sich dabei um einen Vegetationsbrand. Die Expertenbefragung und Berechnungen, der für die Netzplanung erforderlichen Daten, sind in den Anhängen B und C nachzulesen. Grund zur Annahme dieses Leitszenarios ist, dass in den Sommermonaten vielerorts Vegetationsbrände denkbar sind und zusätzlich ein maßgeblich technischer oder maßgeblich personeller Löschangriff auf dessen Leistungsvermögen überprüft werden hätte können. Möglich wäre dies durch eine klassische Wasserentnahme aus einem See und Löschung mittels CM-Strahlrohren (personelle Variante) oder durch Großtanklöschfahrzeuge mittels Pump & Roll-Verfahren (technische Variante). Zur Überprüfung der Zielerreichung hätte eine Simulation mit *FDS* (kurz für: *fire dynamics simulator*) dienen können, welche ansatzweise digital, auf dem beigefügten Datenträger, vorliegt. Hierzu wäre ein Vergleich der Brandausbreitung mit der jeweiligen Löschintensität der taktischen Einheiten denkbar gewesen. Jedoch gestaltete sich die Modellierung der Szenarien für größere taktische Einheiten, hinsichtlich der Annahmen für die Wasserversorgung äußerst schwierig. Die Lauflängen und darauffolgende Vorgangsdauernberechnung sowie die möglichen Reichweiten, bedingt durch die Schlauchverlegung und Wurfweiten von Strahlrohren, waren so unterschiedlich ausgeprägt, dass der Ansatz verworfen werden musste. Im Hinblick auf die fehlenden Möglichkeiten zur Beurteilung der Zielerreichung, hätte hier aber generell eine erfolgsversprechende Grundlage zur Verfügung gestanden.

Ähnliches gilt für Parameter aus anderen Szenarien, die zur Ableitung von Maximalszenarien nicht genutzt werden können. Die Laufwege und dazugehörigen Vorgangsdauern sind grundsätzlich zu komplexe Größen. In Bezug auf die Realitätsnähe müsste weiterhin noch eine Variation von unterschiedlich ausgerüsteten Einheiten erfolgen, wie beispielsweise beim *FBIM* (vgl. FOSTER, 2004). Denn ein FM (SB) mit PA und Ausrüstung für den Such- und Rettungseinsatz im Treppenaufstieg kann

beispielsweise nicht so schnell laufen, wie ein FM (SB) der sich ohne entsprechende (Zusatz-)Ausrüstung in ebenem Terrain bewegt. Entgegen einer wirklichkeitsgetreuen Unterscheidung war es so nur möglich Mittelwerte durch die Experten schätzten zu lassen.

7.2.3 Expertenbefragung

Trotz der angenommenen hohen Reliabilität der Daten einer Schätzung von 55 Experten (vgl. Abschnitt 2.1.4), fällt bei der Auswertung der Ergebnisse aus Anhang C auf, dass die Standardabweichungen σ teilweise sehr hoch sind. Es bleibt deshalb unklar, ob die Reliabilität für Expertenbefragungen in diesem Fall ausreichend ist (vgl. BRESSER, 1985). Für die Bewertung der Qualität mittels der achtstufigen Skala aus Tabelle 3 (siehe S. 44) ist ein Maximum der Standardabweichung σ von 0,49 festzustellen. Obwohl 55 Experten befragt wurden, liegen letztendlich nur sieben Einzelwerte vor, weshalb dies noch vertretbar erscheint. Jedoch ist bei der Sicherheitsbewertung auch ein Maximum von 1,31 zu verzeichnen. Somit ist die Standardabweichung höher, als eine Bewertungsstufe. Im konkreten Fall des Aufbau und Betriebs einer Not-Dekontamination wurde für diese Arbeit der Mittelwert von [-2] angenommen, was einem signifikanten Defizit gegenüber der Dekon-Stufe II entspricht. Die hohe Standardabweichung σ kommt durch die stark differenzierten Bewertungen der einzelnen Gruppen zustande. Die Spannweite reicht von der neutralen Bewertung bis zum hohen Defizit. Dennoch haben 86 % der Bewertungen von Sicherheit und Qualität eine Standardabweichung σ von < 0,49 und in 57% der Fälle gab es übereinstimmende Meinungen.

Bei der Schätzung der Vorgangsdauern gibt es ähnliche Resultate. Das Maximum der Standardabweichung σ liegt hier für die Abdichtung einer Leckage bis 10 cm Durchmesser unter Chemieschutzanzug (kurz: CSA) bei 6 min 13 s. Das zugehörige arithmetische Mittel beträgt 15 min 46 s, was einer Abweichung von 39% entspricht. Die hohe Differenz ist auf die verschiedenen zugrunde gelegten Vorgehensweisen begründbar. Nach Rücksprache schätzen einige Teams die Zeit bis zur Abdichtung mittels Holzkegel durch Einschlagen (schnelle Methode), andere wiederum durch Anlegen einer Bandage um den kompletten Tank (langsame Methode). Der größte

Variationskoeffizient VarK ergibt sich für die Erkundung und den Erstbefehl beim ABC-Szenario mit 0,48, wobei generell das Mittel von VarK 0,23 beträgt.

Zusammenfassend heißt das, dass die Einschätzung der Vorgangsdauern und der Bewertung von Sicherheit und Qualität partiell schwierig ist. Vor allem trifft dies bei Szenarien zu, für die vergleichsweise wenig Einsatzerfahrung vorliegt, wie zum Beispiel bei ABC-Szenarien. Das spiegelte sich auch bei den zum Teil ausufernden Diskussionen der Experten wider. Andererseits liegen meist dann hohe Unterschiede in der Bewertung und Schätzung bei den einzelnen Teams vor, wenn diese verschiedene technische Möglichkeiten durch ihre verfügbaren Einsatzmittel haben, die aber zur Schaffung der Realitätsnähe nicht ausgeschlossen werden können. Nicht alle Feuerwehren halten dieselbe Technik für spezielle Einsatzarten oder –zwecke, wie für eine Eisrettung, zur Dekontamination oder Verkehrssicherung, vor, wodurch diese Differenzen entstehen.

Weiterhin schien es manchen Experten schwer zu fallen, allgemeine Zeiten für Vorgänge zu schätzen, die einsatzbedingt von einer Vielzahl von Faktoren abhängig sind, aber durch die angestrebte Methodik und damit offene Szenariengestaltung in dieser Arbeit nicht weiter festgelegt werden konnten. Einige Vorgänge für beispielsweise das THL-Szenario sind die Verkehrssicherung, die technische Rettung und die Versorgung von Verletzten. Es stand gerade bei den Maßnahmen zu Verkehrssicherung, je nach Verkehrssituation, oft zur Diskussion, welche Einsatzmittel benötigt werden und wie oft dafür ein gewisser Weg zurückgelegt werden muss, was den größten Zeitfaktor ausmacht. Die Schätzung der Vorgangsdauern für die technische Rettung und Versorgung von Patienten ist enorm von der Deformation und dem Verletzungsmuster abhängig. Dementsprechend kommen wahlweise auch andere Techniken und Taktiken zum Einsatz, welche jeweils in Anbetracht der Lage vor Ort durch den EL festgelegt werden. Die Schätzung der Vorgänge, des in Abschnitt 7.2.2 beschriebenen Vegetationsbrand-Szenarios, welches in dieser Arbeit nicht weiter benutzt wurde, stellte die Experten vor die größte Herausforderung. Hier wurde sogar von drei Expertenteams die Festlegung auf einen Wert zur Löschung einer gewissen Fläche mittels CM-Strahlrohr oder im Pump & Roll-Verfahren verweigert, da dies nicht einzuschätzen sei.

Andere Streitpunkte fanden sich bei der Beurteilung der Qualität für gewisse Einzelvorgänge. So wurde beispielsweise diskutiert, ob die Rettung durch Schleifen beim Einsatz unter PA als qualitativ besser oder schlechter bewertet werden sollte. Denn

einerseits könnten durch Schleifen gleichzeitig zwei Personen, anstatt einer gerettet werden. Andererseits sei die Umgangsart mit dem Verletzten maßnahmenbedingt viel schlechter, als bei einzelner Rettung. Gerade Hindernisse, wie Treppen und Türschwellen wurden hier als potentielle Verletzungsgründe genannt, die eigentlich abzuwenden wären. Die Maßnahme kann dementsprechend situationsbedingt jeweils anders bewertet werden. Eine Rettung egal wie und so schnell wie möglich stellt unter Umständen die bessere Alternative dar, als auf eine schonende Menschenrettung zu achten. Andererseits sollte so lange es geht, immer das Wohl des Patienten im Vordergrund stehen. Dazu zählt auch, dass durch die Aktionen der Feuerwehr keine weiteren Verletzungen oder Beeinträchtigungen entstehen.

Je nach Standardisierung der Einsatzabläufe durch Standardeinsatzregeln können in der Realität eventuell sogar schneller Maßnahmen greifen, als es für die Szenarien modelliert wurde. Denn bei vielen Feuerwehren werden direkt nach Eintreffen am Einsatzort sofort Grundtätigkeiten ohne Erkundung und Erstbefehl des Einsatzleiters oder Einheitsführers durchgeführt. Dazu zählen beispielsweise die Sicherung des Verkehrs und der Einsatzstelle sowie die Verlegung der Wasserversorgung bis zur Pumpe.

Für manche Vorgänge wurden zur Ableitung von Maximalszenarien variable Funktionsstärken zugrunde gelegt. Bei Erhöhung oder Erniedrigung der Funktionsstärke ist oft eine Neigung zur linearen Zeitenschätzung zu erkennen. So wurde unter anderem bei der Verkehrssicherung oder der Sicherung eines Fahrzeugs durch Unterbauen fast ausnahmslos bei doppelter Funktionsstärke die Hälfte der Zeit veranschlagt. In der Realität dürfte dies nach Ermessen des Verfassers aber nicht zutreffen, da zum Beispiel durch die geringeren Laufwege der Einzelpersonen eventuell weniger als die Hälfte der Zeit angenommen werden kann. Andernfalls sind manche Tätigkeiten, wie bereits erwähnt, stark von der eingesetzten Technik abhängig, wodurch es unter Umständen bei manchen Feuerwehren sinnvoller ist, in Hinblick auf einen effizienten Einsatzablauf weniger Funktionen für dieselben Arbeiten einzusetzen.

7.2.4 Netzplantechnik zur Modellierung von Feuerwehreinsätzen

Die Netzplantechnik stellt eine gute Möglichkeit dar, um Feuerwehreinsätze theoretisch zu planen und Vorgangskomplexe zu modellieren. Dennoch kommt bei deren Verwendung dieselbe Problematik, die schon in den Abschnitten 7.2.1 und 7.2.2 thematisiert wurde, auch hier zum Tragen. Bekanntlich müssen für eine Modellierung gleichfalls konkrete Annahmen getroffen werden, die im Grunde genommen zur Ableitung von Maximalszenarios nicht erwünscht sind. Um nur ein Beispiel zu nennen, bedarf es für die Zusammensetzung der Zeiten der kompletten Rettung einer Person aus einem Wohnhaus der Festlegung zu welchem Stockwerk der Angriffstrupp vordringen und wieviel Wohnungsfläche abgesucht werden muss. In Wirklichkeit beeinflusst das Stockwerk die Schnelligkeit der Trupps unter PA enorm (vgl. RøSSEL; et al., 2012), weshalb die Ergebnisse nur für die entsprechenden Rahmenbedingungen gelten können. Allgemeine Maximalszenarios mit allen in der Realität vorzufindenden Faktoren können nicht ermittelt werden.

Die bisherige Vorgehensweise und Annahme von immer optimalen Bedingungen bei derartigen Studien kann weiterhin nicht zum Erfolg einer fundamentalen Argumentationsgrundlage führen. Gerade Umweltfaktoren (vgl. Anhang D) und die Möglichkeit zum Einsatz nachrückender Einheiten haben einen derart großen Einfluss auf die Schnelligkeit, beziehungsweise die Arbeitsweise der Feuerwehr, was nicht in eine theoretische Planung mit einbezogen werden kann. Im Einsatzgeschehen gibt es weiterhin nicht vorschriftenkonforme Tätigkeiten, wie beispielsweise das Ausrollen eines Schlauches oder das Betätigen des Verteilers durch den Gruppenführer bei zu geringer Mannschaftsstärke. Es ist oft erkennbar, dass Tätigkeiten einer anderen Untereinheit beiläufig eigenständig ausgeführt werden.

Auf in der Realität auftretende Wechselwirkungen, die bis heute noch relativ unerforscht sind, konnte bisweilen bei keiner Versuchsmethodik Rücksicht genommen werden. MOELLER zeigte, dass bei der Erstellung der Wasserversorgung eine Kuriosität zu beobachten ist (vgl. MOELLER, 2002). In einer *Staffing Level Study* (vgl. Abschnitt 2.1.2.2) des *Dallas Fire Departments* wurde herausgefunden, dass trotz immer gleichbleibender Anzahl von zwei Funktionen zur Erstellung der Wasserversorgung eine unerwartete Nicht-Linearität der Vorgangsdauern für steigende *Crew*-Größen eintritt. Bei einer Besetzung von drei Funktionen wurde die Aufgabe in 62 s

gelöst. Für vier und fünf Funktionen dann abfallend in 48 s und 38 s. Obwohl die Wasserversorgung immer von zwei FM (SB) durchgeführt wurde, sankt die Vorgangsdauer stetig. Solche Synergieeffekte sind auch für weitere Tätigkeiten im Einsatz denkbar, jedoch können diese in einer theoretischen Vorplanung, wie bei Verwendung der Netzplantechnik, nicht mit einfließen, da es keine weiteren statistischen und quantifizierenden Untersuchungen für andere Vorgänge gibt. Alle auf einer rein linearen Modellierung basierenden Methoden, wie die in dieser Arbeit verwendete, schließen dies ohnehin aus. Andere Analysemöglichkeiten konnten durch den Verfasser nicht recherchiert werden.

7.2.5 Abschließende Beurteilung

Der hauptsächliche Unterschied zum erfahrungsbasiertem Ansatz liegt in der Analyse einer Auswahl an möglichen besonders relevanten Parameter zur Bestimmung des Leistungsvermögens. Bei einer erfahrungsbasierten Stärkeableitung, wie beispielsweise VFDB, 2007 sind die Szenarien immer konkret definiert, weshalb sich viele der oben beschriebenen Probleme vermeiden lassen.

Eine theoretische Verwendung der in dieser Arbeit genutzten Methodik ist grundsätzlich denkbar, stellt sich aber dennoch als beispielhaft und szenarienbasiert dar, obwohl die Szenarien nicht komplett definiert, sondern stattdessen mit variablen Parametern versehen wurden. Dementsprechend kann die Betrachtungsweise nicht wirklich umgekehrt werden. Welche Parameter aufgrund der Wichtigkeit für das jeweilige Szenario in Betracht kommen, wurde durch den Verfasser durch subjektives Empfinden bestimmt, da bisweilen noch keine vergleichbaren Studien bekannt sind. Subjektive Parametrisierung oder Kriterienauswahl werden jedoch auch bei anderen wissenschaftlichen Methoden, wie der Entscheidungstheorie, immer wieder als Nachteile genannt.

Weiterhin können nicht einmal ansatzweise alle Faktoren in eine Modellierung von Szenarien, aus in den vorigen Abschnitten dargelegten Gründen, einbezogen werden. Folglich muss festgehalten werden, dass Feuerwehreinsätze nicht kalkulierbar sind. Die Vorgehensweise in ähnlichen wissenschaftlichen Studien scheint zu theoretisch für eine durch Improvisation geprägte Arbeit, welche ständig an dynamische Einsatzabläufe

angepasst werden muss. Eine ordentliche und aktuelle Aus- und Weiterbildung für alle Einsatzkräfte sollte im Hinblick auf die kontinuierliche Weiterentwicklung von Techniken und Taktiken besondere Beachtung finden.

Die Funktionsstärke ist ein wichtiger Faktor für die Einschätzung des Leistungsvermögens in Bezug auf die Schnelligkeit und Sicherheit im Einsatz von taktischen Einheiten, jedoch spielt heutzutage vor allem auch die Technik eine enorme Rolle (vgl. CIMOLINO, 1991; ROESSEL, --). Dies konnte beispielsweise auch durch das beschriebene Eisrettungs-Szenario deutlich gemacht werden. Die Qualität ist jedoch maßgeblich von der Funktionsstärke abhängig, da z.B. eine Patientenbetreuung oder höherwertigere Dekon-Stufe nur mit einem größeren Kräfteaufgebot bewältigt werden kann. Die Bestimmung von einem hauptsächlich auf die Funktionsstärke basierendem Leistungsvermögen ist deshalb nicht vollständig umsetzbar, weil schon laut Definition einer taktischen Einheit (vgl. AFKzV, 2008) die Einsatzmittel inkludiert werden müssen.

Wie bereits beschrieben ist das Leistungsvermögen weiterhin abhängig vom jeweiligen Szenario. Ganz besonders deutlich wird dies, wenn außerordentliche, psychische Belastungen auf die Einsatzkräfte einwirken. Die physische Leistungsfähigkeit jedes einzelnen FM (SB) kann dadurch vermindert werden, was sich auf den Einsatzverlauf zusätzlich auswirkt.

Das reale Einsatzgeschehen ist von den technisch zur Verfügung stehenden Mitteln, der Ausbildung, der Fitness und der Erfahrung jedes einzelnen FM (SB) abhängig. Aspekte, die die Sicherheit und Qualität betreffen sind in der Regel ebenso von der Einsatzsituation und dem Ermessen (Gefährdungsbeurteilung) des EL abhängig. Zu guter Letzt hängt alles noch von einem Rest an schicksalhafter Einsatzentwicklung ab, was SCHRÖDER bereits bei Untersuchungen zur Hilfsfrist erkannte (vgl. SCHRÖDER, 2008). Deshalb und aufgrund der unzureichenden Daten für eine Beurteilung des Zielerreichungsgrades (Überlebenswahrscheinlichkeit im Brandrauch oder bei VU) ist es bisweilen nicht möglich eine globale Ableitung des Leistungsvermögens durchzuführen.

7.3 Ausblick

Sollten trotz der dargestellten Probleme weitere Ansätze in Richtung einer linearen Modellierung verfolgt werden, müssen vorerst grundlegende Untersuchungen getätigt werden. Die netzplanerische Basis für die benutzte Methode ist demgegenüber direkt brauchbar zur Auswertung von Pufferzeiten und Ableitung von verbesserten Strategien, in Bezug auf die Technik und Taktik. Obwohl dies in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht wurde, scheinen hier Ansatzpunkte vorzuliegen.

Zur Reliabilitätssteigerung bietet sich entweder bei der Befragung von Experten die Delphi-Methode an oder aber empirische Zeitstudien. Hier sind jedoch der Hawthorne- (vgl. MOELLER, 2002) und Übungs-Effekt (vgl. LINDEMANN, 2010) nicht auszuschließen. Bei Probanden kommt es nachweislich zu verändertem Verhalten durch die Tatsache, dass sie wissen unter Beobachtung zu stehen oder verbesserten Zeiten durch mehrmalige Wiederholung derselben Tätigkeiten. Die Delphi-Methode ist ein mehrstufiges Befragungsmodell, bei dem die Teilnehmer nach der ersten Runde einen Überblick über die Ergebnisse dargelegt bekommen. Danach werden eine oder weitere Runden mit demselben Fragensatz durchgeführt. Dies dient dem Ausschluss von Ausreißern durch, in der Gruppe sehr dominanten, Personen. Zeitstudien bieten jedoch den Vorteil der gleichzeitigen Beurteilung von Qualität und Sicherheit während des Übungsvorganges, was in dieser Arbeit nur erfahrungsbasiert erfolgen konnte.

Die Überprüfung des Zielerreichungsgrades bedarf einer Grundlagenforschung zur Identifikation von Zeitgrenzen oder ähnlichem. Jedoch ist eine wissenschaftliche Herleitung und Integration von ausreichend Parametern schwer (vgl. PLEß; et al., 2007) mitunter sogar bis dato unmöglich.

Auch wenn durch die dargelegten Argumente faktisch keine endgültige und globale Bestimmung des tatsächlichen Leistungsvermögens in der Vorausplanung möglich erscheint, liegen, zumindest für Brandszenarien, ausreichend Studien der klassischen Betrachtungsweise vor (vgl. Abschnitt 2.1), die entsprechend ausgewertet zu zweckmäßigeren Ergebnissen für eine Argumentationsgrundlage in der Feuerwehrbedarfsplanung führen. Jedoch sollte die Bedarfsplanung dem tatsächlichen Aufgabenbereich und Leistungsspektrum von Feuerwehren angepasst und sich nicht, wie bisweilen, auf einzelne Leitszenarien beschränkt werden. Nach Erachten des Verfassers ist eine auf Erfahrungen basierte Funktionsstellenplanung weiterhin anzuwenden. Damit

einhergehend sollte eine Verständigung auf realisierbare Ziele erfolgen. Bei der Diskussion um Funktionsstellen müssen zielgerichtet die Wünsche der Bevölkerung (Kundenorientierung) im Vordergrund stehen und das Risiko des Schadenseinstritts abgewogen werden. Hier sind vor allem auch weiterführende temporäre, lokale und materielle Faktoren des Leistungsvermögens von Feuerwehren, relevant. Temporäre Faktoren sind beispielsweise die Hilfsfrist oder die gesamte Einsatzzeit (vgl. Bild 4; S. 37). Denn häufig sind nach Erreichen des Einsatzziels nicht minderdimensionierte Arbeiten zu leisten, die mitunter ähnlich lange andauern können. Vor allem in Bezug auf Paralleleinsätze sind diese Zeiten miteinzubeziehen. Ein lokaler Faktor ist unter anderem die Verteilung der Wachenstandorte im jeweiligen Einzugsgebiet. Die verfügbare Technik stellt die dritte Säule der materiellen Faktoren dar.

SCHLÄFER stellte klar, dass Schnelligkeit nicht auf Kosten der Sicherheit gehen darf und die ersteintreffenden Einheiten so stark besetzt sein müssen um ausreichende Möglichkeiten zu haben (vgl. SCHLÄFER, 1998). Dies lässt sich weiterhin auf die Qualität übertragen. Insbesondere die Fehlerhäufigkeit menschlichen Handelns bedingt durch zeitliche Belastung kann im Einsatzverlauf Konsequenzen für die erfolgreiche Bewältigung der Schadenslage nach sich ziehen. Deshalb ist vielmehr zu überlegen, ob dem Einsatzleiter für gewisse Schadenslagen nicht zusätzliche Kräfte für eine Qualitäts- oder Sicherheitsbeurteilung als Assistenz, ähnlich oder aufbauend zum sogenannten Sicherheitsassistenten (vgl. RIDDER, 2009) zur Verfügung gestellt werden sollten.

Auch wenn eine größtmögliche Ökonomie und vertretbare Kosteneinsparung im Feuerwehrwesen angestrebt wird, darf eine minimale mögliche Einheitsgröße hinsichtlich der Sicherheits- und Qualitätsreserven auch zukünftig nicht das Ziel der Feuerwehrbedarfsplanung sein. Es bedarf an einem zielorientierten Kräfteansatz, der sowohl die Kundenorientierung, die Schlagkräftigkeit und Schnelligkeit als auch Sicherheits- und Qualitätsaspekte in die Argumentation mit einbezieht.

Literaturverzeichnis

AFKzV - Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung: *FwDV 10 - Feuerwehr-Dienstvorschrift 10 <<Die tragbaren Leitern>>.* Online im Internet: URL: http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv10.pdf [Stand 2014-05-27], 1996.

AFKzV - Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung: *FwDV 7 - Feuerwehr-Dienstvorschrift 7 <<Atemschutz>>.* Online im Internet: URL: http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv7_stand_2002_mit_aenderungen_2005.pdf [Stand 2014-02-11], 2005.

AFKzV - Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung: *FwDV 1 - Feuerwehrdienstvorschrift 1 <<Grundtätigkeiten - Lösch- und Hilfeleistungseinsatz>>.* Online im Internet: URL: http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv1_stand_sept06.pdf [Stand 2014-05-27], 2006.

AFKzV - Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung: *FwDV 3 - Feuerwehr-Dienstvorschrift 3 <<Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz>>.* Online im Internet: URL: http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv3_stand_feb_2008.pdf [Stand 2014-02-06], 2008.

AFKzV - Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung: *FwDV 500 – Feuerwehr-Dienstvorschrift 500 <<Einheiten im ABC-Einsatz>>.* Online im Internet: URL: http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv500_jan2012.pdf [Stand 2014-05-27], 2012.

AGBF - Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland: *Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten*. Online im Internet: URL: http://www.agbf.de/pdf/qualitaetskriterien_fuer_bedarfsplanung_von_feuerwehren_in_staedten.pdf [Stand 2014-02-06], 1998.

AVERILL, Jason D.; MOORE-MERREL, Lori; BAROWY, Adam; et al.: *Fireground Field Experiments <<Report on Residential - NIST Technical Note 1661>>.* Online im Internet: URL: http://www.nist.gov/customcf/get_pdf.cfm?pub_id=904607 [Stand 2014-02-07], 2010.

BARTH, Uli; RIDDER, Adrian; KIßLINGER, Albert: *Methodische Zugänge strategische Planung <<vfdb-Jahresfachtagung 2014>>.* 2014.

BAuA - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: *Anwendung des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes <<Unterstützungsmodul Risikobeurteilung>>.* Online im Internet: URL: http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/670966/publicationFile/ [Stand 2014-07-07], --.

BEIER, Udo: Deutscher-Kanu-Verband, *Großgewässer-Gefahr Nr. 1 <<Unterkühlung>>.* Online im Internet: URL: http://www.kanu.de/nuke/downloads/Gefahr-Unterkuehlung.pdf [Stand 2014-05-27], 2006.

BEYERLE, G.; et al.: Entwicklungszentrum Weissach, *Grundlagenuntersuchung für die Entwicklung verbesserter Feuerwehrfahrzeuge zur Optimierung der Leistungsfähigkeit bei der Brandbekämpfung und anderen Einsätzen <<Definitionsstudie - Forschungsbericht KT 7612 Kommunale Technologien>>.* 1978a.

BEYERLE, G.; et al.: WIBERA Wirtschaftsberatung AG. Düsseldorf, *Grundsatzstudie Feuerwehr <<Zusammengefasster Ergebnisbericht>>.* 1978b.

BEZIRKSREGIERUNG KÖLN: *Grundlagen zur Bewertung der Leistungsfähigkeit der Freiwilligen Feuerwehren im Regierungsbezirk Köln.* Online im Internet: URL: http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/leistungen/abteilung02/22/feuerschutz/grundlagenpapier_bewertung_feuerwehr.pdf [Stand 2014-02-06], --

BOSENBECKER, Veith: *Bedarfs- und Entwicklungsplan der Feuerwehr Frankfurt am Main <<Auszug>>.* 2012.

BRANDDIREKTION STUTTGART: *Feuerwehrbedarfsplan für die Landeshauptstadt Stuttgart.* Online im Internet: URL: http://feuerwehr-stuttgart.de/files/bedarfsplan_2012_v4.pdf [Stand 2014-05-27], 2011.

BRESSER, Peter: *Personalbedarf der Arbeitsplanung.* Berlin, Springer, 1985.

CHALMERS, Stacey L.; DEMARTINO, Manfred F; HALL, Calvin S. (Hg.): *Understanding Human Motivation.* Literary Licensing, LLC, 2012.

CIMOLINO, Ulrich: *Zeitkritische Analysen beim standardisierten Brandeinsatz einer Staffel oder Gruppe der Feuerwehr.* Diplomarbeit; Bergische Universität Wuppertal, 1991.

CLARIDGE, Ed: *Assessment and Validation of the Fire Brigade Intervention Model for use within New Zealand and Performance-Based Fire Engineering.* Master-Thesis; University of Canterbury, 2010.

CORTEZ, Lawrence: *Fire Company Staffing Requirements: An Analytic Approach. Fire Technology (37)*; [S. 199-218], 2001.

DESTATIS: *GENESIS-Tabelle <<Fortschreibung Wohngebäude- und Wohnungsbestand>>.* Statistisches Bundesamt, Online im Internet: URL: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=8DE9293A8DFF811A19A3B6B6217CEE34.tomcat_GO_2_1?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1401212016498&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=31231-0001&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf [Stand 2014-05-27], 2014.

DÜRHOLT, H.; HAMACHER, R.; HAUTZINGER, H.; et al.: Institut für Angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung, *Strategien zur Erhöhung des Besetzungsgrades im Pkw-Verkehr <<Abschlussbericht zum FE-Projekt Nr. 70502/96>>,* Heilbronn, 1998.

DVGW - Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Technisch-wissenschaftlicher Verein: *Arbeitsblatt W 400-1 <<Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) Teil 1: Planung>>.* Bonn, Online im Internet: URL: https://www.wvgw-shop.de/downloadable/download/sample/sample_id/95/ [Stand 2014-05-27], 2004.

FNFW - Normenausschuss Feuerwehrwesen: *DIN 14010 - Angaben zur statistischen Erfassung von Bränden.* 2005.

FNFW - Normenausschuss Feuerwehrwesen: *DIN 14011 - Begriffe aus dem Feuerwehrwesen.* 2010.

FOSTER, Len: Australian Fire Authorities Council, *Fire Brigade Intervention Model <<FBIM Manual>>.* East Melbourne, 2004.

HAGEBÖLLING, Dirk: *Untersuchungen zur Organisation des abwehrenden Brandschutzes mit Methoden des Operations-Research.* Köln, VdS-Schadenverhütung-Verlag, 2003.

HELMS, Wolfgang: *Zeitstudien im Feuerwehrdienst. Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung.* (Jg.: 03/1984) [S. 62-64], 1984.

HESSEMER, Philipp: *Methodik zur Ressourcenbedarfsermittlung für die Gefahrenabwehr in der chemischen Industrie.* Master-Thesis; Universität Magdeburg, 2007.

HILDEBRAND, Thomas: *Statistische Einsatzdatenanalyse zur Abschätzung der Relevanz des kritischen Wohnungsbrandes für unterschiedlich strukturierte Gemeinden.* Bachelor-Thesis; Bergische Universität Wuppertal, 2013.

HOEDTKE, J.; WIRTZ, S.; KNACKE, P: *The Golden Hour of Trauma <<Ist Geschwindigkeit das Qualitätskriterium der Traumaversorgung?>>.* Rettungsdienst- Zeitschrift für präklinische Notfallmedizin (Jg.:12/2010) [S. 24ff], 2010.

ISO - International Organization for Standardization, Technischen Komitee ISO/TC 176, Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung, Unterkomitee SC 1: *EN ISO 9000:2005 - Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe.* 2005.

LANGER, Sandro: *Analyse von in der Feuerwehr-Bedarfsplanung verwendeten Risikofaktoren für Wohngebäude anhand realer Einsatzdaten.* Bachelor-Thesis; Bergische Universität Wuppertal, 2013.

LEMBECK, Thomas: *Entwicklung eines Modells zur Betrachtung von Feuerwehreinsatzstrategien und -taktiken mit Hilfe der Netzplantechnik.* Diplomarbeit; Bergische Universität Wuppertal, 1991.

LFV BW - Landesfeuerwehrverband Baden-Württemberg: *Einsatzleiter der Führungsstufe C (Verbandsführer) <<Lehrgang Nr. 104>>.* Online im Internet: URL: http://www.lfs-bw.de/Fachthemen/Einsatztaktik-fuehrung/Documents/lgunterlagen/Script_LG_104.pdf [Stand 2014-07-25], 2013.

LFV BW - Landesfeuerwehrverband Baden-Württemberg: *Hinweise zur Leistungsfähigkeit der Feuerwehr.* Online im Internet: URL: http://www.lfs-bw.de/Fachthemen/RechtOrganisation/Documents/Hinweise_Leistungsfaehigkeit_Feuerwehr.pdf [Stand 2014-02-06], 2008.

LINDEMANN, Thomas: *Erkundungs- und Entwicklungszeit beim kritischen Wohnungsbrand.* Bachelor-Thesis; Fachhochschule Köln, 2010.

LÜLF, Uwe-Wolf: *Probleme aus der Praxis der Bedarfsplanung und Gedanken zu künftigen Lösungsansätzen <<Fokus: Schutzziele/ Planungsgrundlagen>>*. Online im Internet: URL: http://www.luelf-rinke-sicherheitsberatung.de/fileadmin/downloads/20121025_Brennpunkt_mit_Ergaenzung.pdf [Stand 2014-02-06]; Vortrag von 25. Oktober 2012, 2012.

MAAG, Trond: *Risikobasierte Beurteilung der Personensicherheit von Wohnungen im Brandfall unter Verwendung von Bayes'schen Netzen.* Dissertation; Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 2004.

MARCHANT, Roger; NABEEL, Kurban; WISE, Stephan: *Development and Application of the Fire Brigade Intervention Model <<Fire Technology 37>>.* [S. 263-278], Kluwer Academic Publishers, 2001.

MILLER, Dodd: McManis Associates; O'Hagan, John T. and Associates, *Dallas Fire Department Staffing Level Study.* Washington D.C.-USA, 1984.

MOELLER, Bruce J.: *Why can't we answer 'Big Questions' in the Fire Service? <<Research in the Development of Deployment Standards>>.* Sunrise, Florida-USA, 2002.

PLEß, Georg; SELIGER, Ursula: Institut der Feuerwehr Sachsen-Anhalt, *Entwicklung von Kohlenmonoxid bei Bränden in Räumen <<Forschungsbericht Nr. 145 - Teil 1>>,* Online im Internet: URL: http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Feuerwehr/idf_dokumente/publikationen/imk_ber/bericht_145.pdf [Stand 2014-02-13], 2007.

POGGENPOHL, Frank G.: *Die quantitative Risikoanalyse als Mittel zur Optimierung industrieller Brandschutzkonzepte.* Dissertation; Universität Magdeburg, 2013.

PRAETORIUS, Frank: Kreuzer-Abteilung des deutschen Segler-Verbandes e.V., *Überleben im (eis-)kalten Wasser <<Überleben im (eis-)kalten Wasser: Nur von der Unterkühlungsdauer abhängig?>>.* Online im Internet: URL: http://www.frank-praetorius.gmxhome.de/segeln_4_medizin-an-bord.html [Stand 2014-06-01], 2004.

REINECKE, Matthias: *Standardeinsatzregeln einer Werkfeuerwehr der chemischen Industrie.* Master-Thesis; Universität Magdeburg, 2008.

RIDDER, Adrian: *Ein neuer Baustein eines umfassenden Sicherheitsmanagements bei der Feuerwehr: Der Sicherheitsassistent.* Bergische Universität Wuppertal, 2009.

RIDDER, Adrian: *Methodische Ansätze zur datenbasiert-analytischen Risikobeurteilung zur strategischen Planung von Feuerwehren.* Online im Internet: URL: http://www.iaut.ovgu.de/iaut_media/MBE/Vortr%C3%A4ge+und+Poster+2013/Paper+MBE/Ridder_Methodische+Ans%E2%80%9Etze+zur+datenbasiert_analytischen+Risikobeurteilung+zur+strategischen+Planung+von+Feuerwehren+%281%29.pdf [Stand 2014-02-07], 2013.

RøSSEL, Lise K.; FRANCK, Therese S.; DEDERICHS, Anne S.: Copenhagen Fire Brigade; Department of Civil Engineering Technical University of Denmark, *Fire Brigade Intervention Times in High-Rise Buildings.* 2012.

RUNZHEIMER, Bodo: *Operations-Research <<Lineare Planungsrechnung, Netzplantechnik, Simulation und Warteschlangentheorie>>.* 7. aktualisierte und erweiterte Auflage; Wiesbaden, Gabler, 1999.

SCHÄFER, Peter: *Bedarfs- und Entwicklungsplanung bei Werkfeuerwehren.* Bad Dürkheim; Vortrag von 17. September 2013, 2013.

SCHLÄFER, Heinrich: *Das Taktikschema <<Grundlagen der Einsatzführung>>.* 4. neu bearbeitete Auflage; Stuttgart, Kohlhammer, 1998.

SCHMID, Christian: *Methodische Ansätze zum systematischen Szenario-Design für die Planung von Feuerwehren unter Berücksichtigung gefährdungs- und risikobasierter Ansätze.* Master-Thesis; Bergische Universität Wuppertal, 2014.

SCHRÖDER, Hermann: *Neue Hinweise zur Leistungsfähigkeit der Feuerwehr in Baden-Württemberg. Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung.* (Jg.: 03/2008) [S. 184ff], 2008.

SVENSSON, Stefan: Swedish Civil Contingencies Agency, *Quantifying Efficiency in Fire Fighting Operations.* 2002.

TILL, Robert; REGENHARD, Christian; JAY, John: *Firefighter High-Rise Access Time Simulation <<Modeling Initial Response>>.* New York, 2010.

VFDB - Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes: *Elemente zur risikoangepassten Bemessung von Personal für die Brandbekämpfung bei öffentlichen Feuerwehren <<Technischer Bericht>>.* 2007.

Bildverzeichnis

Bild 1: Variation der Funktionsstärke von zwei auf sechs FM (SB) nach CORTEZ, 2001 13

Bild 2: Schrittfolge zur Untersuchungsmethodik 20

Bild 3: Relative Häufigkeiten der Einsatzarten in acht Gemeinden in einem Zeitraum von fünf Jahren (nach HILDEBRAND, 2013) 25

Bild 4: Einordnung des Bewertungszeitraums des Leistungsvermögens von taktischen Einheiten in die Zeitkette (nach AGBF, 1998).....37

Bild 5: Excel-Tabelle als Grundlage für das Wohnungsbrand-Szenario 51

Bild 6: Verwerfen der irrelevanten Vorgänge zur Modellierung.....52

Bild 7: Initiale Verplanung der Kräfte 54

Bild 8: Initiales Balkendiagramm zur Szenarienmodellierung 55

Bild 9: Wiederverwendung von Funktionen und Zusammenführen von Einheiten.....56

Bild 10: Balkendiagramm Wohnungsbrand NSNQ - zwei Staffeln; Sekunde 0 bis 480 .57

Bild 11: Balkendiagramm Wohnungsbrand NSNQ - zwei Staffeln; Sekunde 480 bis 1850 57

Bild 12: Zeiten für die erste Menschenrettung und deren Takt beim Wohnungsbrand-Szenario 67

Bild 13: Zeiten für die erste Menschenrettung und deren Takt beim THL-Szenario 73

Bild 14: Zeitendiagramm beim ABC-Szenario 78

Bild 15: Zeiten für die erste Menschenrettung und deren Takt beim Eisrettungs-Szenario 83

Bild 16: Rechnerisch ermittelte Anzahl an Personen, welche theoretisch in Abhängigkeit des Abstandes zum Ufer bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit gerettet werden können 84

Bild 17: Bewältigungskapazitäten in Abhängigkeit der betrachteten Leitszenarien 94

Bild 18: Relativiertes, prozentuales Leistungsvermögen von taktischen Einheiten der Feuerwehr 95

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mögliche Funktionsstärken durch die Vervielfachung von taktischen Einheiten 39

Tabelle 2: Aus der Arbeitssicherheit bekannte Risikomatrix zur Gefährdungsbeurteilung (Tabelle Verfasser; verändert nach BAuA; --) 44

Tabelle 3: Skala zur Bewertung der Sicherheit und Qualität.....44

Tabelle 4: Sicherheitsrelevante Grundsätze der FwDVen und nach SCHLÄFER 47

Tabelle 5: Aufbau der Maximalszenarien für das Wohnungsbrand-Szenario 65

Tabelle 6: Zeitentabelle des Wohnungsbrand-Szenarios 66

Tabelle 7: Aufbau der Maximalszenarien für das THL-Szenario.....71

Tabelle 8: Zeitentabelle des THL-Szenarios.....72

Tabelle 9: Aufbau der Maximalszenarien für das ABC-Szenario.....76

Tabelle 10: Zeitentabelle des ABC-Szenarios 77

Tabelle 11: Aufbau der Maximalszenarien für das Eisrettungs-Szenario 81

Tabelle 12: Zeitentabelle des Eisrettungs-Szenarios.....82

Formelverzeichnis

(1)	$\mathbf{Leistung} \triangleq \frac{\mathbf{Arbeit}}{\mathbf{Zeit}}$	**Definition der Leistung**	**S. 6**

Anhangsverzeichnis

Anhang A – Übersicht von Feuerwehrfahrzeugen und deren Einsatzzweck xiv

Anhang B – Fragebogen der Expertenbefragung.....xvii

Anhang C – Datentabelle: Vorgangsdauern, Qualitäts- und Sicherheitsbewertung xxii

Anhang D – ALOHA-Ermittlung für Ammoniakaustritt bei variablen Leckagedurchmesser xxvi

Anhang E – Berechnungsgrundlage zu Bild 18 xxx

Anhang F – Szenarienmodellierung.....xxxiv

Anhang A – Übersicht von Feuerwehrfahrzeugen und deren Einsatzzweck

Die wichtigsten Feuerwehrfahrzeuge und deren hauptsächliche Einsatzbestimmung sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Fahrzeugart	Beschreibung
Einsatzleitfahrzeuge	Werden zum Transport von Führungsmitteln, wie Kartenmaterial, Kommunikationstechnik, etc. eingesetzt. Dienen zum Führen von taktischen Einheiten. Beispiele: KdoW, ELW Übliche Besatzung: Einzelfunktion, Trupp oder selbstständiger Trupp
Löschfahrzeuge und Hilfeleistungslöschfahrzeuge	Werden zum Transport von Geräten für die Brandbekämpfung, THL, etc. eingesetzt. Dienen zur Brandbekämpfung und für kleinere bis mittlere technische Hilfeleistungen. Sind mit einer Feuerlöschpumpe ausgestattet und haben oft ein oder mehrere Tanks für verschiedene Löschmittel (Wasser, Schaum, Sonderlöschmittel) integriert. Beispiele: Löschfahrzeug, Großtanklöschfahrzeug, HLF, Tanklöschfahrzeug, Tragkraftspritzenfahrzeug ohne/ mit Wassertank, Kleinlöschfahrzeug, Mittleres Löschfahrzeug Übliche Besatzung: Trupp, selbstständiger Trupp, Staffel oder Gruppe

Sonderlöschfahrzeuge	Werden ähnlich den Löschfahrzeugen eingesetzt, besitzen aber entweder größere Tanks für Sonderlöschmittel und/ oder speziellere Ausrüstung. Beispiele: Trockentanklöschfahrzeug, Flugfeldlöschfahrzeug, Schaumlöschfahrzeug, Aerosollöschfahrzeug Übliche Besatzung: Trupp, selbstständiger Trupp, Staffel oder Gruppe
Hubrettungsfahrzeuge	Dienen zur Rettung, als Angriffsweg oder zum Instellungbringen von technischem Gerät an exponierte Lagen und besitzen nur wenig feuerwehrtechnische Beladung. Beispiele: DL, Teleskopmast Übliche Besatzung: Trupp oder selbstständiger Trupp
Rüst- und Gerätefahrzeuge	Werden zum Transport für mehr und/ oder speziellere technische Geräte für etwa Gefahrgut-, Mess- und Dekontaminationseinsätze, zur Wasserrettung, für Atemschutzeinsätze, Ölschäden, lange Schlauchleitungsstrecken, etc. eingesetzt. Beispiele: RW, GW Übliche Besatzung: Trupp, Selbstständiger Trupp, Staffel oder Gruppe
Rettungsfahrzeuge der Feuerwehr	Werden zum Transport und zur Versorgung von Patienten eingesetzt und sind vorrangig mit medizinischen Geräten beladen. Beispiele: Rettungswagen, Krankentransportwagen, Notarzteinsatzfahrzeug Übliche Besatzung: Einzelfunktion oder Trupp

Wechselladerfahrzeuge	Werden zum Transport von Abrollbehältern (kurz: AB) eingesetzt, welche mit spezifischer feuerwehrtechnischer Beladung bestückt sind. Beispiel: Wechselladerfahrzeug mit AB Einsatzleitung, AB Mulde, AB Pumpen Übliche Besatzung: Einzelfunktion oder Trupp
Anhänger	Sind Fahrzeuge, die über keinen eigenen Antrieb verfügen und deshalb von anderen Feuerwehrfahrzeugen gezogen werden. Sie dienen der Bewältigung der spezifischen Einsatzart. Beispiele: Anhängeleiter, Anhänger mit Schaum-Wasserwerfer, Bootsanhänger, Tragkraftspritzenanhänger, Mehrzweckanhänger, Verkehrssicherungsanhänger, Pulverlöschanhänger Übliche Besatzung: keine
Sonstige	Beispiele: Feuerwehrkran, Mehrzweckboot, Löschboot, Rettungsboot, Vorauseinsatzfahrzeuge, Kleineinsatzfahrzeuge, Mannschaftstransportwagen, Feuerwehr-Kraftrad Übliche Besatzung: Einzelfunktion, Trupp, selbstständiger Trupp, Staffel, Gruppe oder andere

Anhang B – Fragebogen der Expertenbefragung

							Zeit in min	Zeit in s	Zeit in min	Zeit in s	Sicherheits- und Qualitätsbewertung	
Sicherheits-, qualitäts- oder temporär relevanter Parameter	Funktion	Aktivität	Anzahl der beteligten Funktionen	benötigte Zeit	Sicherheit	Qualität	1:00 min	60 s	3:45 min	225 s		
							1:15 min	75 s	4:00 min	240 s	-4	nicht vertretbar
							1:30 min	90 s	4:15 min	255 s	-3	hoch
							1:45 min	105 s	4:30 min	270 s	-2	signifikant
							2:00 min	120 s	4:45 min	285 s	-1	gering
							2:15 min	135 s	5:00 min	300 s	0	neutral
							2:30 min	150 s	5: 15 min	315 s	1	leicht verbessert
							2:45 min	165 s	5:30 min	330 s	2	deutlich verbessert
							3:00 min	180 s	5:45 min	345 s	3	stark verbessert
							3:15 min	195 s	6:00 min	360 s		
							3:30 min	210 s	6:15 min	375 s		
							Kommentar					
Wohnungsbrand												
		Einsatzstelle sichern	1				bebautes Wohngebiet					
		Einsatzstelle sichern	2		0		bebautes Wohngebiet					
		Entnahme der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	4				3 Funktionen und Ma					
		In Stellung bringen der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	3				angenommene Lauflänge 50m					
		Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	1				Einmannhaspel					
		Setzen des Schnellangriffsverteilers	1									
		Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	2									
	AT	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	2				90 m² Wohnfläche					
		Instellungbringen der DL zur Menschenrettung	2									
		Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster	2				Mittelwert für alle erreichbaren Stockwerke, bei Rettung im Korb					
		Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	1									
		Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	2		0							
	AT	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	2									
		Retten einer gehunfähigen Person mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	2		0	0						
		Retten einer gehunfähigen Person durch Schleifen	1									
		Retten einer gehfähigen Person	2		0	0						
		Retten einer gehfähigen Person	1									

Vegetationsbrand							
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1				
		Beobachtung des Brandes zur Sicherung der FZG					geamte Einsatzdauer
		Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	2				Durch unwegsames Gelände wird die Annahme getroffen, dass auch eine Einmannhaspel mit 2 FM (SB) bedient werden muss.
		Verlegen von 2 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	2				s.o.
		Kuppeln einer Saugleitung mit 2X 2,5m Saugschläuchen	3				2 Funktionen und Ma
		Kuppeln einer Saugleitung mit 3X 1,6m Saugschläuchen	3				2 Funktionen und Ma
		Kuppeln einer Saugleitung mit 3X 1,6m Saugschläuchen	4				3 Funktionen und Ma
		Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen)	1				
		Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen)	2		0		
		Löschen einer Feuerfront von 10 X 2 m (20 m²) mit GTLF im Pump and Roll Vefahren	3				
		Löschen einer Feuerfront von 10 X 2 m (20 m²) mit CM-Strahlrohr	1				
		Löschen einer Feuerfront von 10 X 2 m (20 m²) mit CM-Strahlrohr	2	s.o.	0		

							Zeit in min	Zeit in s	Zeit in min	Zeit in s	Sicherheits- und Qualitätsbewertung	
Sicherheits-, qualitäts- oder temporär relevanter Parameter	Funktion	Aktivität	Anzahl der beteiligten Funktionen	benötigte Zeit	Sicherheit	Qualität	1:00 min	60 s	3:45 min	225 s		
							1:15 min	75 s	4:00 min	240 s	-4	nicht vertretbar
							1:30 min	90 s	4:15 min	255 s	-3	hoch
							1:45 min	105 s	4:30 min	270 s	-2	signifikant
							2:00 min	120 s	4:45 min	285 s	-1	gering
							2:15 min	135 s	5:00 min	300 s	0	neutral
							2:30 min	150 s	5: 15 min	315 s	1	leicht verbessert
							2:45 min	165 s	5:30 min	330 s	2	deutlich verbessert
							3:00 min	180 s	5:45 min	345 s	3	stark verbessert
							3:15 min	195 s	6:00 min	360 s		
							3:30 min	210 s	6:15 min	375 s		
							Kommentar					
Eis-/ Wasserrettung												
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1									
		Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	1									
		Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	2									
		Entnahme von zwei Steckleiterteilen	4				3 Funktionen und Ma					
		Entnahme von Schleifkorbtrage oder Spineboard	1									
		Entnahme des Eisrettungsschlittens	4									
		Vorbereiten von Leiterteilen zur Eisrettung	2									
		Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	2									
		Vorbereiten von Schleifkorbtrage und Leiterteil zur Eisrettung	4									
		Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	2									
		Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	1									
		Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	2									
	Ma-DL	Instellungbringen der DL	2									
		Retten einer Person aus dem Eis mittels Steckleiterteilen	4				1 Sicherungsposten, 1 rettender FM (SB) und 2 FM (SB) zum Zurückziehen des Retters und der zu rettenden Person mitsamt Rettungsgeräte					
		Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/ Spineboard und Steckleiterteilen	4				s.o.					
		Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	4		0		s.o.					
		Rettung der Person mittels Drehleiter	3				1 Sicherungsposten, 1 Ma-DL, 1 rettender FM (SB)					

Sicherheits-, qualitäts- oder temporär relevanter Parameter	Funktion	Aktivität	Anzahl der beteiligten Funktionen	benötigte Zeit	Sicherheit	Qualität	Kommentar
ABC							
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1				Tanklastzug mit
		Einsatzstelle großflächig absperren für GSG-Einsatz	2				
		Einsatzstelle großflächig absperren für GSG-Einsatz	4				
		Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen) mit CSA	2				
		Ausrüstung mit CSA	2				
		Abdichten der Leckage (bis 10 cm Durchmesser)	2				
		Aufbau und Betrieb einer Not-Dekontamination	2				
		Aufbau und Betrieb eines Dekontaminationplatzes	4		0	0	Dekon-Stufe II

Zeit in min	Zeit in s	Zeit in min	Zeit in s
1:00 min	60 s	3:45 min	225 s
1:15 min	75 s	4:00 min	240 s
1:30 min	90 s	4:15 min	255 s
1:45 min	105 s	4:30 min	270 s
2:00 min	120 s	4:45 min	285 s
2:15 min	135 s	5:00 min	300 s
2:30 min	150 s	5: 15 min	315 s
2:45 min	165 s	5:30 min	330 s
3:00 min	180 s	5:45 min	345 s
3:15 min	195 s	6:00 min	360 s
3:30 min	210 s	6:15 min	375 s

Sicherheits- und Qualitätsbewertung	
-4	nicht vertretbar
-3	hoch
-2	signifikant
-1	gering
0	neutral
1	leicht verbessert
2	deutlich verbessert
3	stark verbessert

Sicherheits-, qualitäts- oder temporär relevanter Parameter	Funktion	Aktivität	Anzahl der beteligten Funktionen	benötigte Zeit	Sicherheit	Qualität	Kommentar
THL							
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1				
		Einsatzstelle sichern	1				Annahme einer außerörtlichen Kreisstraße/ Vollsperrung
		Einsatzstelle sichern	2		0		Annahme einer außerörtlichen Kreisstraße/ Vollsperrung
		Verkehrssicherung	1		-4		gesamte Einsatzdauer
		Verkehrssicherung	2		0		gesamte Einsatzdauer
		Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	1				
		Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	2		0		
		Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	2				
		Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	4				
		Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	2				
		Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	1				gesamte Einsatzdauer
		Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	2			0	gesamte Einsatzdauer
		Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	4				

Zeit in min	Zeit in s	Zeit in min	Zeit in s
1:00 min	60 s	3:45 min	225 s
1:15 min	75 s	4:00 min	240 s
1:30 min	90 s	4:15 min	255 s
1:45 min	105 s	4:30 min	270 s
2:00 min	120 s	4:45 min	285 s
2:15 min	135 s	5:00 min	300 s
2:30 min	150 s	5: 15 min	315 s
2:45 min	165 s	5:30 min	330 s
3:00 min	180 s	5:45 min	345 s
3:15 min	195 s	6:00 min	360 s
3:30 min	210 s	6:15 min	375 s

Sicherheits- und Qualitätsbewertung	
-4	nicht vertretbar
-3	hoch
-2	signifikant
-1	gering
0	neutral
1	leicht verbessert
2	deutlich verbessert
3	stark verbessert

Anhang C – Datentabelle: Vorgangsdauern, Qualitäts- und Sicherheitsbewertung

Sicherheits-, qualitäts- oder temporär relevanter Parameter	Funktion	Aktivität	Anzahl der beteiligten Funktionen	benötigte Zeit in s	Kommentar	µ zur Berechnung der Zeit (soweit nicht anders angegeben in s)	σ zur Berechnung der Zeit (soweit nicht anders angegeben in s)	Sicherheit µ	Sicherheit σ	Qualität µ	Qualität σ	Experteneam Nr.:	1	2	3	4	5	6	7
		Wohnungsbrand										**Anzahl der Befragten im Team:**	**10**	**9**	**12**	**4**	**9**	**8**	**3**
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1	99	nach LINDEMANN S. 63 tErk	60,00	27,00												
					nach LINDEMANN S. 63 tAT, Befehl	39,00	35,00												
	EL	Einsatzführung	1		gesamte Einsatzdauer														
		Einsatzstelle sichern	1	231		231,43	91,72					Zeit	120	330	210	360	120	180	300
								-2	0,45			Sicherheit	-2	-1	-2	-2	-2	-1	-2
		Einsatzstelle sichern	2	124		124,29	28,59					Zeit	90	150	120	150	75	135	150
								0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
	AT	Anlegen des PA auf Anfahrt	2																
	AT	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	2	145	nach LINDEMANN S. 63 tAT, Befehl	145,00	65,00												
		Entnahme der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	4	51		51,43	7,89					Zeit	60	45	45	60	40	50	60
		Instellungbringen der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	3	204		203,57	31,93					Zeit	180	240	210	240	150	180	225
	Ma	Bedienen der Pumpe	1		gesamte Einsatzdauer														
		Atemschutzüberwachung	1		gesamte Einsatzdauer														
	Ma	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	1		gesamte Einsatzdauer														
		Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	1	117		117,14	49,49					Zeit	180	40	120	180	60	120	120
		Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	1	245	nach FBIM Tab. W Search	180,00													
					nach FBIM Tab. O Flush H.	32,80	20,60												
					nach FBIM Tab. P Remove	32,50	18,10												
		Setzen des Schnellangriffsverteilers	1	23		22,86	7,00					Zeit	30	10	20	30	20	20	30
		Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	2	246		246,43	53,10					Zeit	180	300	240	330	180	225	270
	AT	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	2	60		60,00	8,86					Zeit	60	65	70	60	45	70	50
	AT	gewaltsame Öffnung der Haustüre	2	90	nach FBIM Tab. I solid core	90,00													
	AT	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	2	30	nach FBIM Tab. I side hung	30,00													
	AT	Bodycheck und Rückmeldung	2	76	nach LINDEMANN	76,00	15,00												
		Instellungbringen der DL zur Menschenrettung	2	246		246,43	50,62					Zeit	180	300	240	300	180	225	300
		Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster	2	124		124,29	56,53					Zeit	60	150	90	90	90	150	240
		Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	1	80		80,00	13,09					Zeit	60	90	80	90	60	90	90
								-3	1,12			Sicherheit	-2	-4	-4	-4	-4	-3	-1
		Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	2	51		51,43	15,75					Zeit	30	60	45	60	30	60	75
								0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
		Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	1		gesamte Einsatzdauer														
	AT	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	2	123	nach LINDEMANN µ von tAT, Trepp1 und tAT, Trepp2	62,00													
		Besteigen von Leitern 1. OG mit Schlauch, PA und sonstigem Equipment		14	Vertikale Höhe Ermittelt bei Belastungsübung	0.2 m/s													
		Besteigen von Leitern 2. OG mit Schlauch, PA und sonstigem Equipment		28	Vertikale Höhe Ermittelt bei Belastungsübung	0.2 m/s													
		Besteigen von Leitern 3. OG mit Schlauch, PA und sonstigem Equipment		42	Vertikale Höhe Ermittelt bei Belastungsübung	0.2 m/s													
		Besteigen von Leitern 4. OG mit Schlauch, PA und sonstigem Equipment		56	Vertikale Höhe Ermittelt bei Belastungsübung	0.2 m/s													
		Besteigen von Leitern 5. OG mit Schlauch, PA und sonstigem Equipment		70	Vertikale Höhe Ermittelt bei Belastungsübung	0.2 m/s													
		Besteigen von Leitern 6. OG mit Schlauch, PA und sonstigem Equipment		84	Vertikale Höhe Ermittelt bei Belastungsübung	0.2 m/s													
		Besteigen von Leitern 7. OG mit Schlauch, PA und sonstigem Equipment		98	Vertikale Höhe Ermittelt bei Belastungsübung	0.2 m/s													

	AT	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	2	946		945,71	145,29					Zeit	900	900	720	1200	900	1100	900
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus EG	1/2	200	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung	0.05 m/s	0.03 m/s												
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus 1. OG	1/2	239	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung und LINDEMANN µ von tTrepp1 und tTrepp2	0.05 m/s 39 s/1													
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus 2. OG	1/2	278	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung und LINDEMANN µ von tTrepp1 und tTrepp2	0.05 m/s 39 s/1													
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus 3. OG	1/2	317	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung und LINDEMANN µ von tTrepp1 und tTrepp2	0.05 m/s 39 s/1													
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus 4. OG	1/2	356	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung und LINDEMANN µ von tTrepp1 und tTrepp2	0.05 m/s 39 s/1													
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus 5. OG	1/2	395	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung und LINDEMANN µ von tTrepp1 und tTrepp2	0.05 m/s 39 s/1													
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus 6. OG	1/2	434	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung und LINDEMANN µ von tTrepp1 und tTrepp2	0.05 m/s 39 s/1													
		Retten einer gehunfähigen Person unter PA über Treppe aus 7. OG	1/2	473	Berechnet durch FBIM Tab. Y mit 10m in Wohnung und LINDEMANN µ von tTrepp1 und tTrepp2	0.05 m/s 39 s/1													
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus EG	1/2	7	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus 1. OG	1/2	23	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus 2. OG	1/2	39	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus 3. OG	1/2	55	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus 4. OG	1/2	71	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus 5. OG	1/2	87	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus 6. OG	1/2	103	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehfähigen Person unter PA über Treppe aus 7. OG	1/2	119	Berechnet durch FBIM Tab. T und Q mit 10m in Wohnung und 16 Stufen pro Geschoss	1 1/s 1.4 m/s	0.5 1/s 0.6 m/s												
		Retten einer gehunfähigen Person mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	2	s.o.		s.o.				0	0,00	Qualität	0	0	0	0	0	0	0
									0	0,00		Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
		Retten einer gehunfähigen Person durch Schleifen	1	s.o.		s.o.				-3	0,00	Qualität	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
									-3	0,49		Sicherheit	-3	-4	-4	-3	-3	-4	-4
		Retten einer gehfähigen Person	2	s.o.		s.o.				0	0,00	Qualität	0	0	0	0	0	0	0
									0	0,00		Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
		Retten einer gehfähigen Person	1	s.o.		s.o.				-3	0,49	Qualität	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3
									-3	0,99		Sicherheit	-1	-4	-2	-3	-3	-3	-4
		Lauflänge 10 m mit Equipment		5	Berechnet durch FBIM Tab. Q	1.9 m/s	1.3 m/s												
		Lauflänge 10 m ohne Equipment		4	Berechnet durch FBIM Tab. Q	2.3 m/s	1.4 m/s												
		Lauflänge 10 m mit CSA		13	Berechnet durch FBIM Tab. Q	0.8 m/s	0.5 m/s												
		Equipment aus FZG holen	1	24	FBIM µ aus Tab. P	23,70													

Vegetationsbrand																				
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1	43		42,86	12,49					Zeit	60	30	45	30	30	45	60
		Beobachtung des Brandes zur Sicherung der FZG						3	0,45			Sicherheit	2	3	3	3	3	3	2
		Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	2	163		162,86	38,81					Zeit	180	120	150	240	120	150	180
		Verlegen von 2 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	2	80		80,00	20,53					Zeit	90	55	70	120	60	75	90
		Kuppeln einer Saugleitung mit 2X 2,5m Saugschläuchen	3	266		265,71	24,99					Zeit	240	300	270	300	270	240	240
		Kuppeln einer Saugleitung mit 3X 1,6m Saugschläuchen	3	287		287,14	31,49					Zeit	240	330	300	300	300	240	300
		Kuppeln einer Saugleitung mit 3X 1,6m Saugschläuchen	4	231		231,43	30,90					Zeit	180	240	240	270	270	210	210
		Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen)	1	137		137,14	35,34					Zeit	90	180	150	180	90	120	150
								-3	0,70			Sicherheit	-2	-4	-3	-2	-2	-3	-3
		Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen)	2	109		108,57	42,82					Zeit	45	160	120	165	60	90	120
								0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
		Löschen einer Feuerfront von 10 X 2 m (20 m²) mit GTLF im Pump and Roll Verfahren	3	75		75,00	15,00					Zeit	60		90	90	60		
								3	0,49			Sicherheit	2	3	2	3	3	3	2
		Löschen einer Feuerfront von 10 X 2 m (20 m²) mit CM-Strahlrohr	1	109		108,75	12,44					Zeit	90		120	120	105		
								-4	0,49			Sicherheit	-3	-4	-3	-4	-4	-4	-3
		Löschen einer Feuerfront von 10 X 2 m (20 m²) mit CM-Strahlrohr	2	109		108,75	12,44					Zeit							
								0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
THL																				
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1	94		94,29	43,71					Zeit	60	180	120	60	60	120	60
		Einsatzstelle sichern	1	1063		1062,86	352,37					Zeit	720	1800	900	1200	900	720	1200
								-4	0,00			Sicherheit	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
		Einsatzstelle sichern	2	591		591,43	276,22					Zeit	360	1200	450	720	450	360	600
								0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
		Verkehrssicherung	1					-4	0,00			Sicherheit	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
		Verkehrssicherung	2					0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
	Ma	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	1		gesamte Einsatzdauer															
	Ma	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	1		gesamte Einsatzdauer															
		Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	1	69		68,57	13,55					Zeit	90	60	60	90	60	60	60
								-1	0,70			Sicherheit	-2	0	-2	-1	-1	-1	-2
		Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	2	36		36,43	7,42					Zeit	45	45	30	45	30	30	30
								0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
		Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	2	193		192,86	50,35					Zeit	120	240	240	240	120	180	210
		Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	4	101		101,43	23,41					Zeit	60	120	120	120	75	95	120
		Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	2	75		75,00	22,68					Zeit	90	60	75	120	45	60	75
		Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	1							-3	0,49	Qualität	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3
		Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	2							0	0,00	Qualität	0	0	0	0	0	0	0
		Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	4	591		591,43	21,00					Zeit	600	600	600	600	600	540	600

Eis-/ Wasserrettung																		
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1	47		47,14	12,49				Zeit	60	30	45	60	30	45	60
		Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	1	30		30,00	0,00				Zeit	30	30	30	30	30	30	30
		Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	2	101		100,71	23,67				Zeit	120	90	90	150	90	75	90
		Kälteschutzanzüge anziehen während der Fahrt	2		keine Einfluss auf Einsatzzeit													
		Entnahme von zwei Steckleiterteilen	4	51		51,43	7,89				Zeit	60	45	45	60	40	50	60
		Entnahme von Schleifkorbtrage oder Spineboard	1	54		53,57	25,17				Zeit	60	30	45	90	90	30	30
		Entnahme des Eisrettungsschlittens	4	32		32,14	5,25				Zeit	30	30	30	45	30	30	30
		Vorbereiten von Leiterteilen zur Eisrettung	2	49		49,29	10,50				Zeit	30	60	45	60	60	45	45
		Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	2	73		72,86	15,78				Zeit	60	90	50	90	90	60	70
		Vorbereiten von Schleifkorbtrage und Leiterteil zur Eisrettung	4	52		52,14	16,00				Zeit	30	80	40	45	70	50	50
		Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	2	30		30,00	0,00				Zeit	30	30	30	30	30	30	30
		Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	1	103		102,86	27,11				Zeit	120	90	90	150	60	90	120
		Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	2	58		57,86	9,58				Zeit	60	60	45	75	60	45	60
		Instellungbringen der Drehleiter	2	244		244,29	60,91				Zeit	180	300	240	330	180	180	300
		Retten einer Person aus dem Eis mittels Steckleiterteilen	4	296		295,71	46,55				Zeit	300	240	270	360	360	240	300
								-3	0,45		Sicherheit	-3	-4	-3	-3	-3	-3	-4
		Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/ Spineboard und Steckleiterteil	4	181		181,43	45,49				Zeit	100	210	150	240	210	150	210
								-3	0,45		Sicherheit	-3	-4	-3	-3	-3	-3	-4
		Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	4	161		161,43	0,00				Zeit	200	120	120	180	120	210	180
								0	0,00		Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
		Rettung der Person mittels Drehleiter	3	137		137,14	20,33				Zeit	150	120	120	135	120	135	180
								3	0,35		Sicherheit	2	3	3	3	3	3	3
ABC																		
	EL	Erkundung und Erstbefehl	1	79		79,29	38,21				Zeit	120	30	120	120	30	60	75
		Einsatzstelle großflächig absperren für GSG-Einsatz	2	677		677,14	191,66				Zeit	300	900	900	720	720	600	600
		Einsatzstelle großflächig absperren für GSG-Einsatz	4	369		368,57	130,98				Zeit	150	600	450	420	360	300	300
	EL	Einsatzführung	1		gesamte Einsatzdauer													
	Ma	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	1		gesamte Einsatzdauer													
		Atemschutzüberwachung	1		gesamte Einsatzdauer													
	Ma	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	1		gesamte Einsatzdauer													
		Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen) mit CSA	2	92		92,14	12,49				Zeit	90	90	90	120	75	90	90
		Ausrüstung mit CSA	2	206		205,71	33,75				Zeit	240	180	210	240	150	180	240
		Abdichten der Leckage (bis 10 cm Durchmesser)	4	946		945,71	373,36				Zeit	1200	1200	300	1200	420	1100	1200
		Niederschlagen der Gase			Restzeit bis nach Abdichtvorgang													
		Messen und Dokumentation	1															
		Aufbau und Betrieb einer Not-Dekontamination	2	124		124,29	46,55				Zeit	120	180	150	60	60	120	180
								-2	1,31		Sicherheit	-3	0	-3	-2	-3	0	-3
										-2	0,45	Qualität	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-2
		Aufbau und Betrieb eines Dekontaminationplatzes	4	291		291,43	71,20					Zeit	240	300	270	450	300	210	270
								0	0,00			Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0
										0	0,00	Qualität	0	0	0	0	0	0	0

Anhang D – ALOHA-Ermittlung für Ammoniakaustritt bei variablen Leckagedurchmesser

Beispielhafter Input von Parametern in ALOHA mit 5 cm Leckagedurchmesser

SITE DATA:

Location: ASCHAFFENBURG, DEUTSCHLAND

Building Air Exchanges Per Hour: 0.20 (unsheltered single storied)

Time: May 1, 2014 1500 hours DST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA Molecular Weight: 17.03 g/mol

AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm

IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm

Ambient Boiling Point: -33.7° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 1 meters/second from NE at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 20° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 2.4 meters Tank Length: 7.74 meters

Tank Volume: 35 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C

Chemical Mass in Tank: 18,313 kilograms

Tank is 86% full

Circular Opening Diameter: 5 centimeters

Opening is 2.40 meters from tank bottom

Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

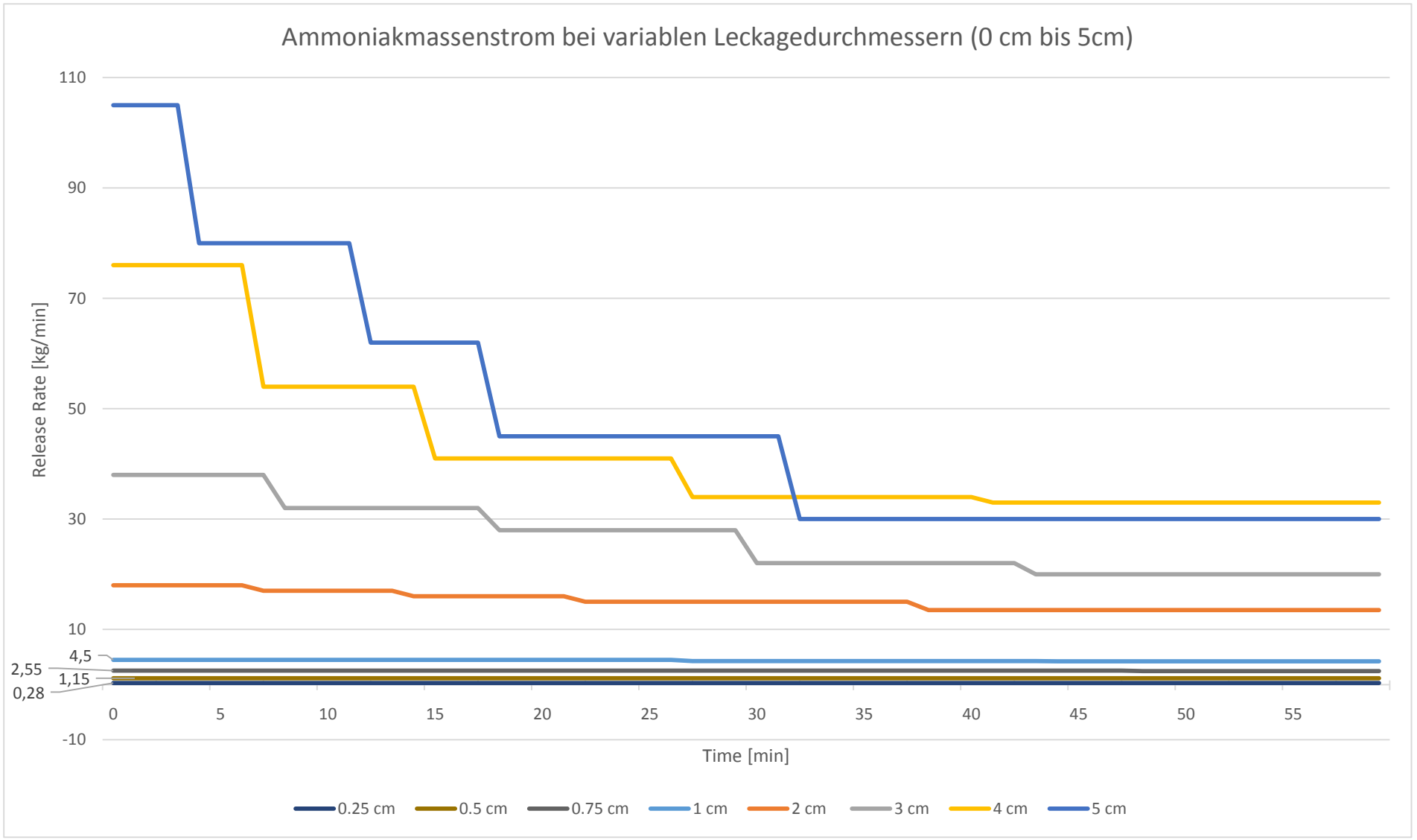
Max Average Sustained Release Rate: 103 kilograms/min

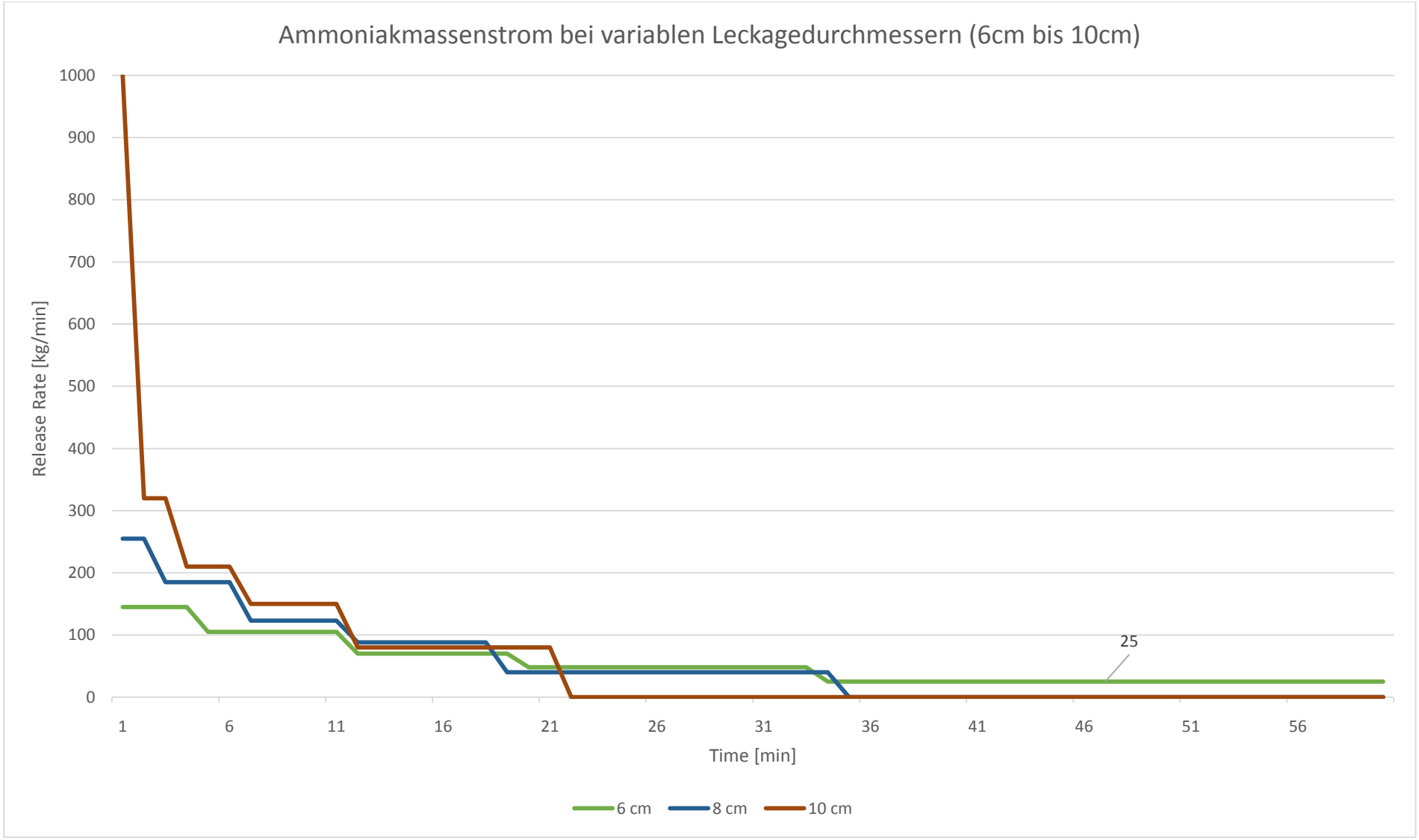
(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 2,819 kilograms

Note: The chemical escaped from the tank as a gas

Ermittelte Massenströme




Ammoniakmassenstrom bei variablen Leckagedurchmessern (6cm bis 10cm)
Release Rate [kg/min]
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1
6
11
16
21
26
31
36
41
46
51
56
Time [min]
25
6 cm
8 cm
10 cm

Anhang E – Berechnungsgrundlage zu Bild 18

Wie in Abschnitt 7.1 erwähnt, dienen als Datengrundlage für die Berechnung des relativierten, prozentualen Leistungsvermögens alle Meilensteine, Taktzeiten, variablen Parameter, Sicherheits- und Qualitätsbewertungen sowie die aufsummierte, maximal mögliche Anzahl an Aktivitäten (vgl. Kapitel 5) der einzelnen Funktionsstärken.

Die Daten wurden in einer Tabelle (vgl. S. xxxi) zusammengefasst und in Prozentwerten ausgedrückt. Alle Items, welche für das jeweilige Szenario relevant sind, wurden den Kategorien **„Schnelligkeit, Sicherheit, Qualität und Aufgabenerfüllung“** zugeordnet. Diese wurden zur besseren Lesbarkeit farblich hinterlegt. Der höchste Wert eines Items wurde als 100% angenommen. Die Abstufung erfolgte entweder durch Berechnung, oder durch einen festen Wertebezug für Sicherheit und Qualität (vgl. S. xxxii). Zwei Ausnahmen ergaben sich einerseits für die Bewertung der Sicherheit und Qualität bei den ABC-Szenarien des Zuges. Hier erfolgte eine subjektive Einschätzung, da bei beiden Modellen zwar mit Dekon-Stufe II gearbeitet werden kann, dies aber nur zeitversetzt. Und andererseits für die Annahme des maximalen Abstands zum Ufer für die Drehleiter. Der Wert wurde als 50% festgelegt, da ein genauer Bezugswert nicht vorhanden ist.

Alle Werte, unabhängig des Szenarios, wurden für jede taktische Einheit und oben genannter Kategorie gemittelt und in eine Ergebnistabelle (vgl. S. xxxiii) übertragen. Der in Abschnitt 7.1 beschriebene, notwendige Korrekturfaktor für die Modellierung des Wohnungsbrand- und Eisrettungs-Szenarios mit DL beim selbstständigen Trupp, dem AGBF-Zug und dem Zug wird separat integriert. Der Eintrag der fehlenden Qualitätsbewertung beim selbstständigen Trupp und AGBF-Zug erfolgt durch Mittelung der Werte der anderen taktischen Einheiten.

Die prozentuale Gewichtung der Faktoren und der Abzug für die Technik (DL) wurde beispielhaft folgendermaßen festgelegt:

Schnelligkeit 35%	**Sicherheit 15%**	**Qualität 15%**	**Aufgabenerfüllung 35%**
Technikabzug 33%			

Je nach Präferenz des Anwenders können die Faktoren im, auf dem beigefügten Datenträger enthaltenen, Excel-Tabellenblatt variiert werden.

		Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
Wohnungsbrand-Szenario	C-Rohre im Außeneinsatz	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	40%	40%	80%	40%	80%	40%	100%
	Anzahl der Trupps unter PA	0%	0%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	67%	67%	67%	100%
	Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehfähig-fahren DL	79%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%
	rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehfähig-fahren DL	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%
	Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehfähig-gehen DL oder Steckleiter	75%	100%	0%	0%	57%	57%	71%	61%	100%	100%	98%	98%	100%	100%
	rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehfähig-gehen DL oder Steckleiter	100%	100%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehfähig Treppe	0%	0%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehfähig Treppe	0%	0%	17%	33%	17%	33%	17%	33%	17%	33%	33%	67%	33%	100%
	Zeit bis zur ersten Menschenrettung gehunfähig Treppe	0%	0%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung gehunfähig Treppe	0%	0%	17%	33%	17%	33%	17%	33%	17%	33%	33%	67%	50%	100%
	Sicherheit bei der Sicherung der Einsatzstelle	100%	50%	100%	50%	100%	50%	100%	50%	100%	50%	100%	50%	100%	50%
	Sicherheit bei Vornahme von C-Rohren im Außeneinsatz							100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%
	Sicherheit bei der Rettung von Personen über Treppe unter PA			100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%
	Qualität bei der Rettung von Personen über Treppe unter PA			100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%
	Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	11%	11%	43%	43%	51%	51%	51%	53%	53%	60%	79%	83%	79%	100%
	Rettung gehunfähiger Personen	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
THL-Szenario	Anzahl der Personen, die gleichzeitig versorgt und betreut werden können	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	14%	29%	71%	29%	100%
	Zeit bis zur ersten Menschenrettung	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%
	rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%
	Sicherheit bei der Verkehrssicherung		0%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Sicherheit beim Brandschutz				100%	100%	100%	100%	75%	100%	75%	100%	75%	100%	75%
	Qualität bei der Patientenbetreuung						100%	100%	25%	100%	25%	100%	25%	100%	25%
	technische Rettung möglich	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%
	Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	6%	18%	24%	24%	29%	59%	59%	71%	59%	71%	76%	94%	76%	100%

		Sel. Trupp HSHQ	Sel. Trupp NSNQ	Staffel HSHQ	Staffel NSNQ	Gruppe HSHQ	Gruppe NSNQ	zwei Staffeln HSHQ	zwei Staffeln NSNQ	AGBF-Zug HSHQ	AGBF-Zug NSNQ	zwei Gruppen HSHQ	zwei Gruppen NSNQ	Zug HSHQ	Zug NSNQ
ABC-Szenario	Zeit bis zum Absperren des Gefahrenbereiches	59%	59%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	59%	59%	100%
	Zeit bis zum Anfangen des Niederschlagen des Ammoniaks	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	29%	100%
	Zeit bis zum Abdichten der Leckage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
	Sicherheit bei der Dekontamination												50%	70%	90%
	Qualität bei der Dekontamination												50%	70%	90%
	Abdichten und Dekontamination	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
	Dekon-Stufe	0%	0%	0%	0%	50%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	100%	100%
	Anzahl der vorgenommenen C-Rohre	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
	Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	15%	15%	20%	20%	40%	40%	45%	45%	55%	55%	60%	60%	90%	100%
Eisrettungs-Szenario	Anzahl der gleichzeitig einsetzbaren Eisrettungsmittel	33%	0%	33%	33%	33%	33%	67%	67%	100%	100%	67%	67%	100%	100%
	Zeit bis zur ersten Menschenrettung über herkömmliches Eisrettungsmittel	0%	0%	91%	76%	100%	93%	100%	77%	100%	85%	100%	93%	100%	93%
	rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung über herkömmliches Eisrettungsmittel	0%	0%	50%	44%	50%	44%	100%	89%	100%	89%	100%	89%	100%	89%
	Zeit bis zur ersten Menschenrettung über DL	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	99%	100%	0%	0%	100%	100%
	rechnerisch durchschnittlicher Takt für die Menschenrettung über DL	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%
	Sicherheit bei der Menschenrettung	175%		100%	25%	100%	25%	100%	25%	125%	75%	100%	25%	125%	75%
	Maximaler Abstand zum Ufer	50%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	100%	100%	75%	75%
	Anzahl der maximal möglichen Aktivitäten	26%	0%	42%	47%	42%	47%	68%	79%	89%	100%	68%	79%	95%	100%

Bewertungsstufen	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
Prozentuale Werte	0%	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%

Farbskala zur Identifikation von Wertebereichen: rot/ negativ bis grün/ positiv

Keine Angabe; nicht möglich oder nicht modelliert

	relativiertes Leistungsvermögen	Leistungsvermögen	Schnelligkeit	Sicherheit	Qualität	Aufgabenerfüllung
Sel. Trupp - 3 Funktionen	33%	29%	19%	73%	64%	6%
Staffel - 6 Funktionen	46%	41%	26%	78%	63%	30%
Gruppe - 9 Funktionen	58%	51%	32%	80%	75%	48%
zwei Staffeln - 13 Funktionen	60%	53%	42%	67%	63%	53%
AGBF-Zug - 16 Funktionen	66%	58%	49%	78%	64%	56%
zwei Gruppen - 19 Funktionen	76%	66%	58%	73%	60%	75%
Zug - 22 Funktionen	100%	88%	68%	67%	61%	128%
					Werte gemittelt aus den Daten der anderen taktischen Einheiten	

Technikabzug in Prozent:	**33%**

Verteilung:	**Schnelligkeit**	**Sicherheit**	**Qualität**	**Aufgabenerfüllung**
	35%	**15%**	**15%**	**35%**

Das relativierte Leistungsvermögen LV_{rel} für die jeweilige taktische Einheit i errechnet sich für oben genannte Verteilung wie folgt:

$$LV_{rel_i} = \frac{LV_i}{LV_{max}}$$

$$LV_i = Schnelligkeit_i * 0{,}35 + Sicherheit_i * 0{,}15 + Qualität_i * 0{,}15 + Aufgabenerfüllung_i * 0{,}35$$

Beispielhaft für die Gruppe ergibt sich folgende Rechnung:

$$LV_{rel_{Gruppe}} = \frac{LV_{Gruppe}}{88\%} = \frac{32\% * 0{,}35 + 80\% * 0{,}15 + 75\% * 0{,}15 + 48\% * 0{,}35}{88\%} = 58{,}24\%$$

Anhang F – Szenarienmodellierung

In diesem Anhang wird eine Auswahl (hervorgehobene Zellen) der Modellierungspläne zur Verfügung gestellt. Durch die Größe dieser wird auf eine vollständige Abgabe verzichtet. Die digitale Version dieser Arbeit enthält alle unten aufgeführte Pläne. Die Modellierungspläne sind mit aufsteigender Funktionsanzahl, beginnend mit dem selbstständigen Trupp, und in alphabetischer Reihenfolge, bezüglich der Leitszenarien, geordnet. Auf eine sekundengenaue Darstellung der Modellierungspläne wird hinsichtlich der besseren Lesbarkeit verzichtet. Aufgrund der manuellen Übertragung der Pläne können Formatierungsfehler nicht ausgeschlossen werden. Die originalen Daten liegen digital, auf dem beigefügten Datenträger, vor.

Modellierungsplan	Seitenzahl
• Selbstständiger Trupp; HSHQ-Eisrettungs-Szenario • Selbstständiger Trupp; HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario • Selbstständiger Trupp; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario • Staffel; HSHQ-Eisrettungs-Szenario	xxxvi
• Staffel; NSNQ-Eisrettungs-Szenario • Staffel; HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario	xxxvii
• Staffel; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario • Gruppe; HSHQ-Eisrettungs-Szenario	xxxviii
• Gruppe; NSNQ-Eisrettungs-Szenario • Gruppe; HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario	xxxix
• Gruppe; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario • Zwei Staffeln; HSHQ-Eisrettungs-Szenario	xl
• Zwei Staffeln; NSNQ-Eisrettungs-Szenario • Zwei Staffeln; NSNQ-THL-Szenario	xli
• Zwei Staffeln; HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario	xlii
• Zwei Staffeln; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario	xliii
• AGBF-Zug; HSHQ-Eisrettungs-Szenario • AGBF-Zug; NSNQ-Eisrettungsszenario	xliv

• AGBF-Zug; NSNQ-THL-Szenario • AGBF-Zug; HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario	xlv
• AGBF-Zug; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario • Zwei Gruppen; NSNQ-ABC-Szenario	xlvi
• Zwei Gruppen; HSHQ-Eisrettungs-Szenario • Zwei Gruppen; NSNQ-Eisrettungs-Szenario	xlvii
• Zwei Gruppen; HSHQ-THL-Szenario • Zwei Gruppen; NSNQ-THL-Szenario	xlviii
• Zwei Gruppen; HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario	xlix
• Zwei Gruppen; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario	l
• Zug; HSHQ-ABC-Szenario • Zug; NSNQ-ABC-Szenario	li
• Zug; HSHQ-Eisrettungs-Szenario • Zug; NSNQ-Eisrettungs-Szenario	lii
• Zug; HSHQ-THL-Szenario • Zug; NSNQ-THL-Szenario	liii
• Zug; HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario	liv
• Zug; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario	lv

Selbstständiger Trupp: HSHQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
Ma-DL/ 1/ 2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47			
2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
2	1	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	180	103			
Ma-DL/ 1	2	Instellungbringen der Drehleiter	47	291	244			
Ma-DL/ 1/ 2	3	Rettung einer Person mittels Drehleiter	291	428	137		3	

Selbstständiger Trupp: HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
Ma/ 1/ 2	3	Erkundung	0	99	99			
1/2	2	Einsatzstelle sichern	99	223	124		0	
Ma/1	2	Instellungbringen der DL zur Menschenrettung	223	469	246			
Ma/1	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Korb	469	593	124			
Ma/1	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	469	497	28			

Selbstständiger Trupp: NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
Ma/ 1/ 2	3	Erkundung	0	99	99			
2	1	Einsatzstelle sichern	99	330	231		-2	
Ma/1	2	Instellungbringen der DL zur Menschenrettung	99	345	246			
Ma/1	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Korb	345	469	124			
Ma/1	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	345	373	28			

Staffel: HSHQ-Eisrettungs-Szenario

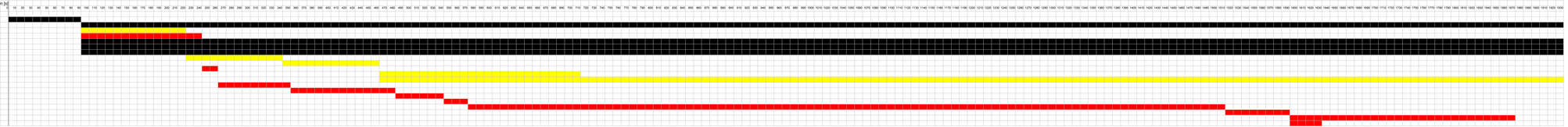
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
StFü	1	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47			
StFü	1	Einsatzführung	47	-	-			
Ma	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	79	180	101			
1/2/3/4	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32			
3/4	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	79	109	30			
Ma	1	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	180	103			
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	180	341	161		0	

Staffel: NSNQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
StFü	1	Erkundung und Ersteinheit	0	47	47		
StFü	1	Einsatzführung	47	-	-		
Ma	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
TM/AS	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	98	199	101		
TM/AS	4	Entnahme von zwei Steckleitertellen	47	98	51		
S	1	Entnahme von Schleifkorbträger Spineboard	98	152	54		
Ma	2	Vorbereiten von Schleifkorbträger/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	152	225	73		
Ma	1	Vorbereiten von Decken, medizinischen Gerät und warmen Fahrzeug	77	180	103		
TM/AS	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbträger/Spineboard und Steckleiterteil	225	406	181		-3

Staffel: HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
StFü	1	Erkundung und Ersteinheit	0	99	99		
StFü	1	Einsatzführung	99	-	-		
S4	2	Einsatzstelle sichern	99	223	124		0
TM	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
S	1	Verlegen von 4 B-Strähuchen mit Schlauchhaspel	223	340	117		
F	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	223	468	245		
TM	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	244	267	23		
S4	2	Ausrüsten als ST/ mit Atemschutz und sonstigem Gerät	468	714	246		
S4	2	taktische Ventilation	714	-	-		
TM	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	267	357	90		
TM	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	357	480	123		
TM	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	480	540	60		
TM	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	540	570	30		
TM	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	570	1516	946		
TM	2	Bodycheck und Rückmeldung	1516	1592	76		
TM	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1592	1870	278	0	0
TM	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1592	1631	39	0	0



Staffel: NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
StFü	1	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99		
StFü	1	Einsatzführung	99	-	-		
A	2	Einsatzstelle sichern	99	223	124		-2
A	2	Aurüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
3	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	223	340	117		
4	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	122	367	245		
4	1	Setzen des Schnellangriffverteilers	99	122	23		
3/4	2	Aurüsten als ST/ mit Atemschutz und sonstigem Gerät	367	613	246		
3/4	2	taktische Ventilation	613	-	-		
GF	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
GF	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
GF	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
GF	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
GF	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
GF	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
Leiter 2	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe durch Schleifen	1569	1647	278	-3	-3
Leiter 2	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	-3	-3

Gruppe: HSHQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
GF	1	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47		
GF	1	Einsatzführung	47	-	-		
RS	1	Sichern der enden Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
GF	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
GF/S	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32		
3/4	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	79	109	30		
GF/M	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	135	58		
GF/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		6

Gruppe: NSNQ-Eisrettungs-Szenario

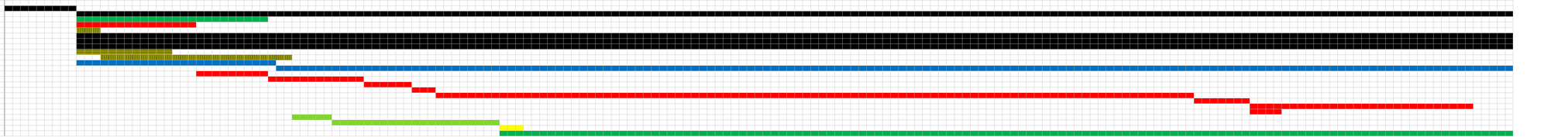
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
GF	1	Erkundung und Eratbefehl	0	47	47		
GF	1	Einsatzführung	47	-	-		
Mz	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
Mz	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
3/4/5/6	4	Entnahme von zwei Steckleitertellen	47	98	51		
Ma	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	47	101	54		
3/4/5/6	4	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	101	153	52		
Mz Mz	2	Vorbereiten von Decken, medizinischen Gerät und warmem Fahrzeug	101	159	58		
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	153	334	181		-3

Gruppe: HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
GF	1	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99		
GF	1	Einsatzführung	99	-	-		
3/4	2	Einsatzstelle sichern	99	223	124		0
VF	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
Mz	1	Setzen des Schreitgriffverteilers	99	122	23		
Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
Mz	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117		
Mz	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	122	367	245		
VF	2	Ausrüsten als ST1 mit Atemschutz und sonstigem Gerät	216	462	246		
VF	2	taktische Ventilation	462	-	-		
VF	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
VF	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
VF	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
VF	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
VF	2	Suchzeit in verrauchter 80m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
VF	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
VF	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278	0	0
VF	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	0	0
Ma/ Mz/ 3/ 4	4	Entnahme der tragbaren Leiter (Abst. Steckleiter)	367	418	51		
Mz/ 3/ 4	3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (Abst. Steckleiter)	418	622	204		
3/4	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	622	650	28		
Mz	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	622	-	-		

Gruppe: NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
GF	1	Erkundung und Ersteinheit	0	99	99		
GF	1	Einsatzführung	99	-	-		
Ab	1	Einsatzstelle sichern	99	330	231		-2
1	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
2	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23		
Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
4	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117		
3	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	122	367	245		
Ab	2	Ausrüsten als ST/ mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246		
Ab	2	taktische Ventilation	345	-	-		
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
1/2	2	Vorgehen mit FK im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
1/2	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
1/2	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
1/2	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
Trupp 2	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe durch Schleifen	1569	1847	278	-3	-3
Trupp 2	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	-3	-3
Ma/Ma/3/4	4	Entnahme der tragbaren Leiter (4tlg. Steckleiter)	367	418	51		
Ma/3/4	3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (4tlg. Steckleiter)	418	622	204		
3/4	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	622	650	28		
Ab	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	622	-	-		



Zwei Staffeln: HSHQ-Eisretungs-Szenario

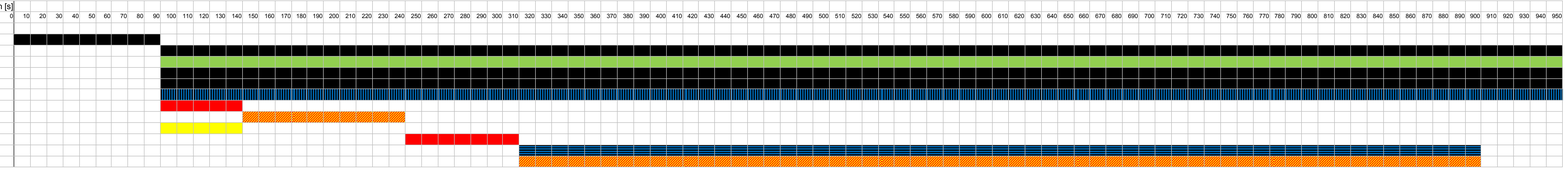
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ SiFü 1-2	3	Erkundung und Ersteinheit	0	47	47		
EL/ SiFü 1-2	3	Einsatzführung	47	-	-		
Ma 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
Ma 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
1	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
2/3	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
Ma/3/4	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32		
Ma/3/4	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	79	111	32		
3/4	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	111	141	30		
3/4	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	111	141	30		
Ma 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	193	116		
3/Ma/4	4	Retten einer Person aus dem Es mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0
4/Ma/3	4	Retten einer Person aus dem Es mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0

Zwei Staffeln: NSNQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
EL/ StFü 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47			
EL/ StFü 1-2	3	Einsatzführung	47	-	-			
Ma 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
Ma 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
5/6	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
3/4/7/8	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	47	98	51			
3/4/7/8	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	98	149	51			
Ma 1	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	77	131	54			
Ma 2	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	77	131	54			
3/4	2	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	149	222	73			
7/8	2	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	149	222	73			
Ma 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	131	247	116			
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	222	403	181		-3	
5/6/7/8	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	222	403	181		-3	

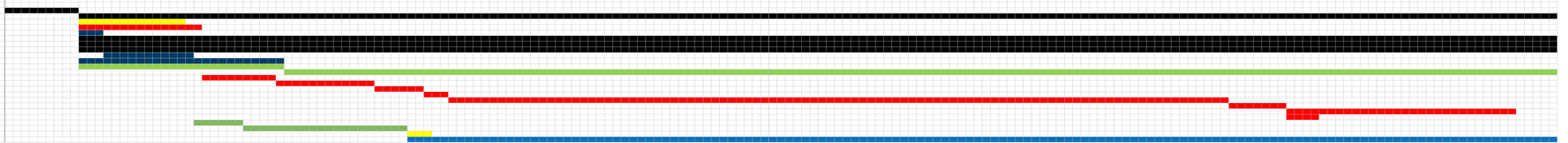
Zwei Staffeln: NSNQ-THL-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
EL/ StFü 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	94	94			
EL/ StFü 1-2	3	Einsatzführung	94	-	-			
7/8	2	Einsatzstelle sichern	94	-	-		-4	
Ma 1-2	1	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	94	-	-			
Ma 1-2	1	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	94	-	-			
5	1	Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	94	-	-		-1	
1/2	2	Heranschaffen von Geräten zur Sicherung des Fahrzeuges	94	142	48			
1/2/3/4	4	Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	142	243	101			
3/4	2	Heranschaffen von Geräten zur Schaffung eines Zuganges	94	142	48			
1/2	2	Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	243	318	75			
6	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	909	591	-3		
1/2/3/4	4	Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	318	909	591			



Zwei Staffeln: HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ StFü 1-2	2	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99		
EL/ StFü 1-2	2	Einsatzführung	99	-	-		
3/4	2	Einsatzstelle sichern	99	223	124		0
1	1	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
5	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23		
Ma 1-2	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma 1-2	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
4	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	122	239	117		
5	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245		
7/8	2	Ausrüsten als ST/ mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246		
7/8	2	taktische Ventilation	345	-	-		
10	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
10	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
10	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
10	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
10	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
10	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
10	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278	0	0
10	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	0	0
Ma 1/ 3/4/5	4	Entnahme der tragbaren Leiter (4tlst. Steckleiter)	239	290	51		
3/4/5	3	Im Stellung bringen der tragbaren Leiter (4tlst. Steckleiter)	290	494	204		
3/4	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	494	522	28		
10	2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	494	-	-		0



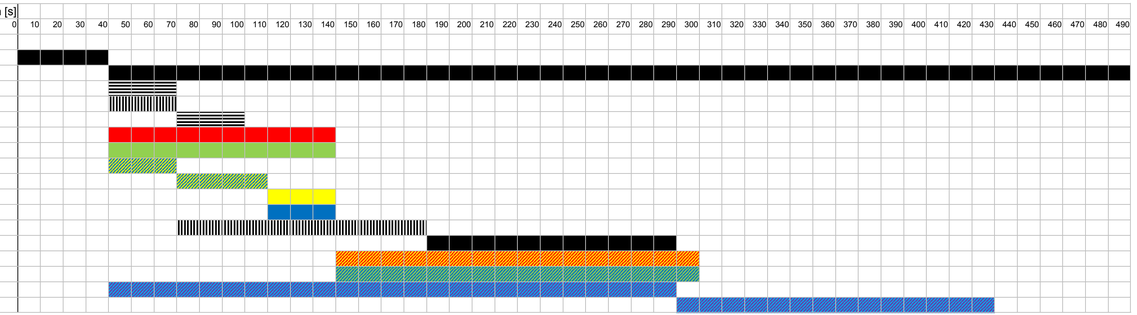
Zwei Staffeln: NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EU/ SiFü 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99		
EU / SiFü 1-2	3	Einsatzführung	99	-	-		
0	1	Einsatzstelle sichern	99	330	231		-2
1	1	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
4	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23		
Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
2	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117		
5	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245		
7/8	2	Ausrüsten als ST/ mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246		
7/8	2	taktische Ventilation	345	-	-		
10	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
10	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
10	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
10	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
10	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
10	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
10 oder 2	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe durch Schleifen	1569	1847	278	-3	-3
10 oder 2	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	-3	-3
Ma 1/3/4/5	4	Entnahme der tragbaren Leiter (Abst. Steckleiter)	330	381	51		
3/4/5	3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (Abst. Steckleiter)	381	585	204		
3/4	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	585	613	28		
2	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	345	-	-		-3
2	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	585	-	-		-3

ZEIT in [s]

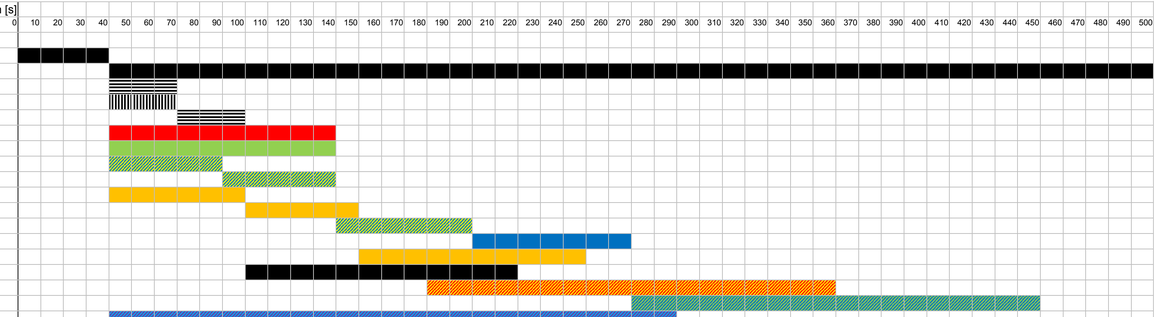
AGBF-Zug; HSHQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ Ma ELW/ StFü 1-2	4	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47		
EL/ Ma ELW/ StFü 1-2	4	Einsatzführung	47	-	-		
Ma HLF 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
Ma HLF 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
Ma HLF 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	77	107	30		
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
7/8	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
3/4/5/6	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32		
3/4/5/6	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	79	111	32		
3/4	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	111	141	30		
5/6	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	111	141	30		
Ma HLF 2	1	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	180	103		
Ma HLF 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	180	296	116		
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0
5/6/7/8	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0
Ma-DL/ 9	2	Instellungbringen der Drehleiter	47	291	244		
Ma-DL/ 9/ Ma HLF 2	3	Rettung einer Person mittels Drehleiter	296	433	137		3



AGBF-Zug; NSNQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ StFü 1 -2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47		
EL/ StFü 1-2	3	Einsatzführung	47	-	-		
Ma HLF 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
Ma HLF 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30		
Ma HLF 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	77	107	30		
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
7/8	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101		
3/4/5/6	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	47	98	51		
3/4/5/6	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	98	149	51		
Ma ELW	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	47	101	54		
Ma ELW	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	101	155	54		
3/4/5/6	4	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	149	201	52		
5/6	2	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	201	274	73		
Ma ELW	1	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	155	258	103		
Ma HLF 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	107	223	116		
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	183	364	181		-3
5/6/7/8	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	274	455	181		-3
Ma-DL/ 9	2	Instellungbringen der Drehleiter	47	291	244		
Ma-DL/ 9/ Ma ELW	3	Rettung einer Person mittels Drehleiter	291	428	137		3

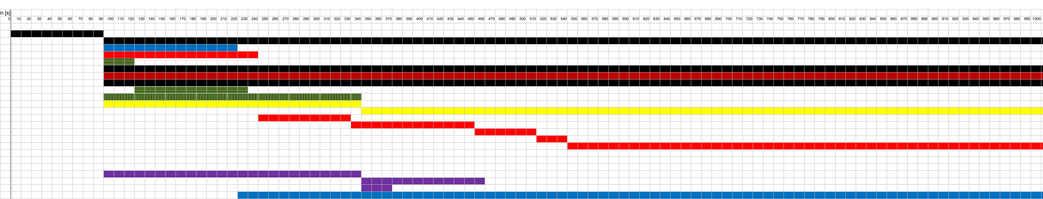


AGBF-Zug: NSNQ-THL-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ SiFü 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	94	94		
EL/ SiFü 1-2	3	Einsatzführung	94	-	-		
EL/ Ma ELW/SiFü	4	Einsatzstelle sichern/ Verkehrssicherung	94	-	-		0
Ma HLF 1-2	2	Bedienen der Aggregaten und Pumpen	94	-	-		
Ma HLF 1-2/ Ma RW	3	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	94	-	-		
1/	1	Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	94	-	-		-1
1/2	2	Heranschaffen von Geräten zur Sicherung des Fahrzeuges	94	142	48		
1/2/3	4	Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	142	243	101		
3/4	2	Heranschaffen von Geräten zur Schaffung eines Zuganges	94	142	48		
1/2	2	Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	243	318	75		
1/2	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Ersteversorgung	318	909	591	-3	
1/2/3/4	4	Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	318	909	591		

AGBF-Zug: HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ Ma ELW/SiFü 1-2	4	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99		
EL/ Ma ELW/SiFü 1-2	4	Einsatzführung	99	-	-		
EL/ Ma ELW/SiFü	4	Einsatzstelle sichern	99	223	124		0
1/	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
2/	1	Setzen des Schnellangriffverteilers	99	122	23		
Ma 1-2	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
1/2/3	3	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
3/	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	122	239	117		
4/	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245		
3/4	2	Ausrüsten als ST/ mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246		
3/4	2	taktische Ventilation	345	-	-		
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
1/2	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
1/2	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
1/2	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
1/2	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
1/2	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278	0	0
1/2	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	0	0
Ma DL/ 3	2	Installiungsringen der DL zur Menschenrettung	99	345	246		
Ma DL/ 3	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anlerbaren Fenster über Korb	345	469	124		
Ma DL/ 3	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anlerbaren Fenster über Leiter	345	373	28		
4/5	2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	223	-	-		0
7/8	2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	344	-	-		

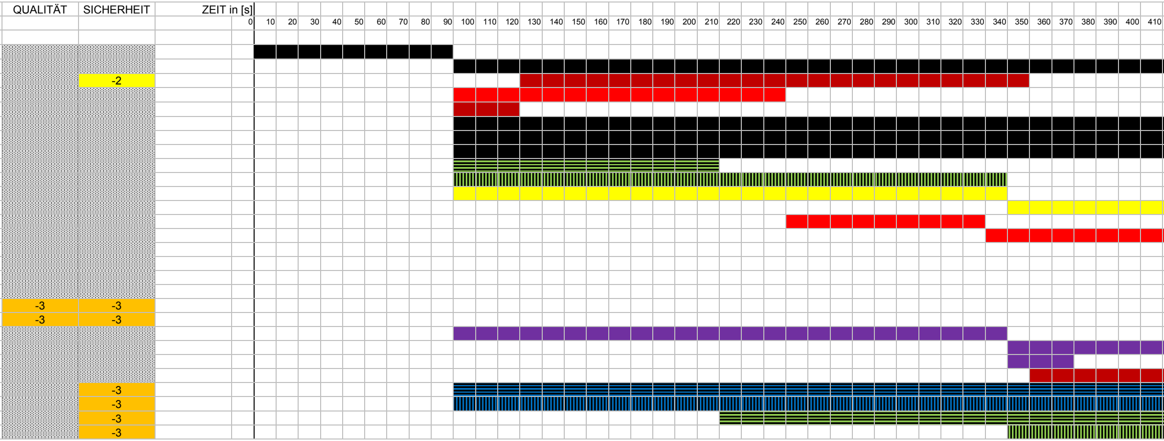


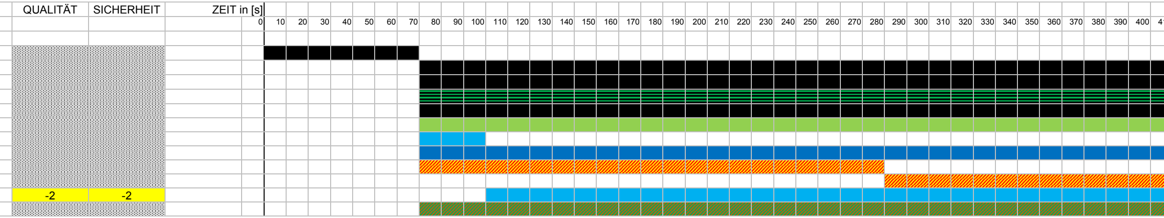
AGBF-Zug; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario

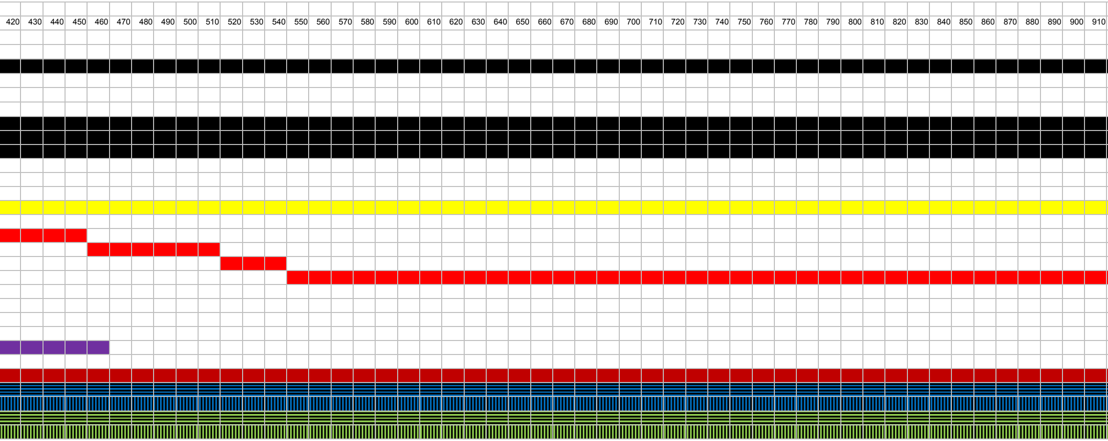
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]
EL/ StFü 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99
EL/ StFü 1-2	3	Einsatzführung	99	-	-
Ma ELW	1	Einsatzstelle sichern	122	353	231
1/2	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145
Ma ELW	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23
Ma 1-2	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-
Ma 1-2	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-
7	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117
8	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245
3/4	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246
3/4	2	taktische Ventilation	345	-	-
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90
1/2	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123
1/2	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30
1/2	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946
1/2	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76
1 oder 2	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe durch Schleifen	1569	1847	278
1 oder 2	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39
Ma-DL/ 9	2	Instellungbringen der DL zur Menschenrettung	99	345	246
Ma-DL/ 9	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Korb	345	469	124
Ma-DL/ 9	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	345	373	28
Ma ELW	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	353	-	-
5	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	99	-	-
6	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	99	-	-
7	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	216	-	-
8	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	344	-	-

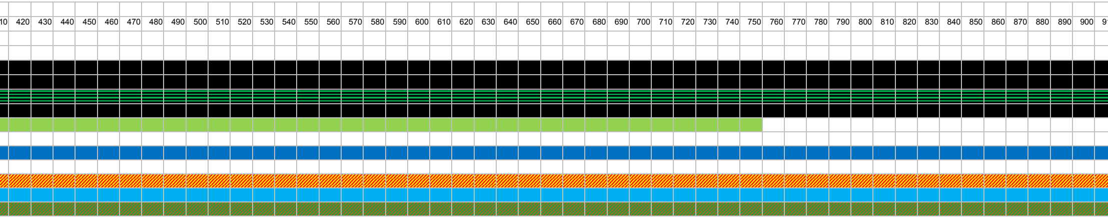
Zwei Gruppen; NSNQ-ABC-Szenario

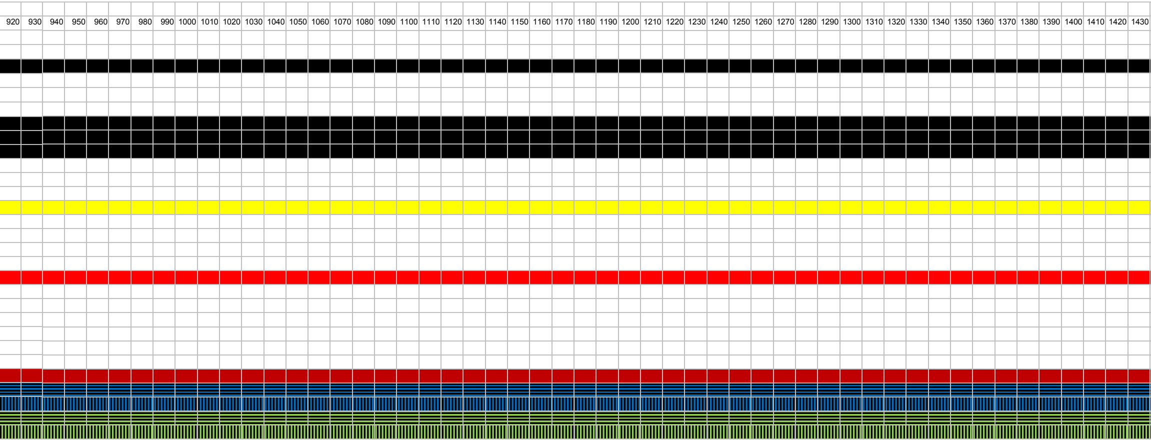
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]
EL/ GF 1/ GF 2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	79	79
EL/ GF 1/ GF 2	3	Einsatzführung	79	-	-
Ma 1-2	1	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	79	-	-
Me 1	1	Atemschutzüberwachung	79	-	-
Ma 1-2	1	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	79	-	-
7/8	2	Einsatzstelle großflächig absperren für GSG-Einsatz	79	756	677
9/10	2	Equipment aus Fahrzeug holen	79	103	24
5/ 6	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	79	-	-
1/ 2 /3/ 4	2	Ausrüstung mit CSA	79	285	206
1/ 2/ 3/ 4	2	Abdichten der Leckage (bis 10 cm Durchmesser)	285	1231	946
9/10	2	Aufbau und Betrieb einer Not-Dekontamination	103	-	-
11/ 12/ Me 2	3	Messen und Dokumentation	79	-	-

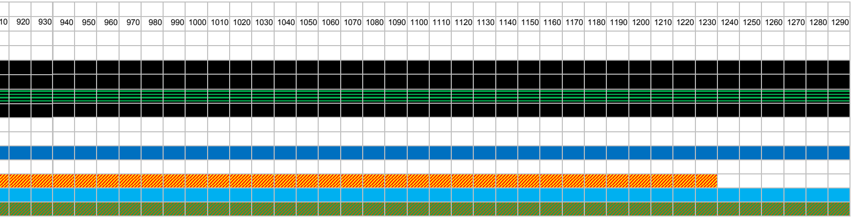


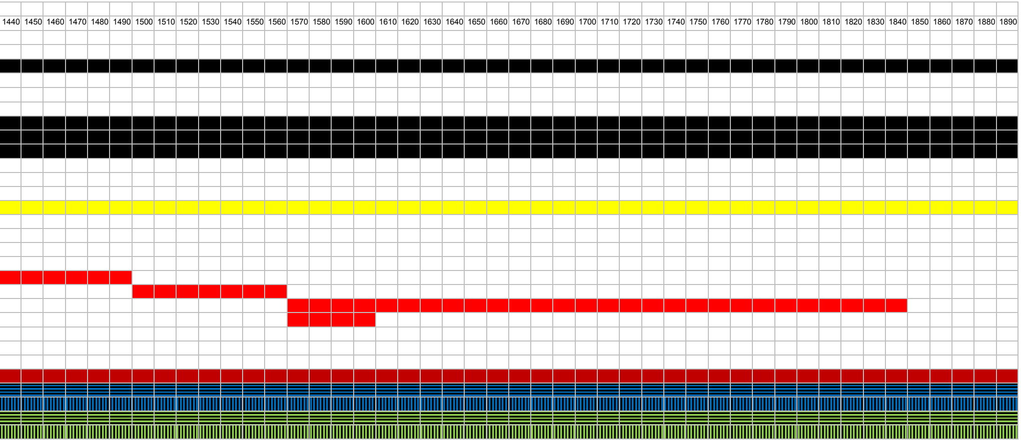










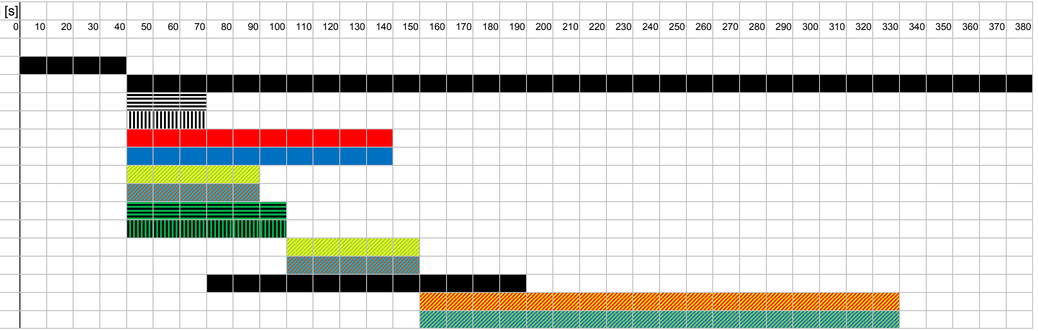


Zwei Gruppen; HSHQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
EL/ GF 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47			
EL/ GF 1-2	3	Einsatzführung	47	-	-			
Ma HLF 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
Ma HLF 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
7/8	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
3/4/5/6	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32			
9/10/11/12	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32			
9/10	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	79	109	30			
11/12	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	79	109	30			
Me 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	47	163	116			
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0	
5/6/7/8	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0	

Zwei Gruppen; NSNQ-Eisrettungs-Szenario

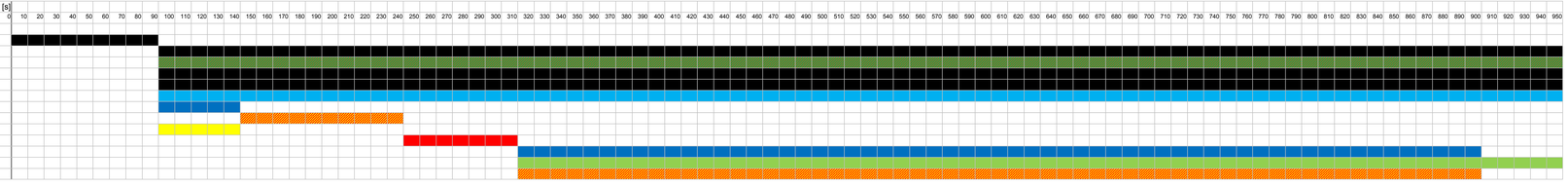
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
EL/ GF 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47			
EL/ GF 1-2	3	Einsatzführung	47	-	-			
Ma 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
Ma 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
5/6	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
3/4/7/8	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	47	98	51			
9/10/11/12	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	47	98	51			
Me 1	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	47	101	54			
Me 2	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	47	101	54			
3/4/7/8	4	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	101	153	52			
9/10/11/12	4	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	101	153	52			
Ma 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	193	116			
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	153	334	181		-3	
5/6/7/8	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	153	334	181		-3	



Zwei Gruppen: HSHQ-THL-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ GF 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	94	94		
EL/ GF 1-2	3	Einsatzführung	94	-	-		
Ma 1-2/ 11/12	4	Einsatzstelle sichern/ Verkehrssicherung	94	-	-		0
Ma 1-2	2	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	94	-	-		
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	94	-	-		
9/10	2	Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	94	-	-		0
5/6	2	Heranschaffen von Geräten zur Sicherung des Fahrzeuges	94	142	48		
1/2/3/4	4	Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	142	243	101		
3/4	2	Heranschaffen von Geräten zur Schaffung eines Zuganges	94	142	48		
1/2	2	Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	243	318	75		
5/6	2	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	909	591	0	
7/8	2	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	-	-	0	
1/2/3/4	4	Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	318	909	591		

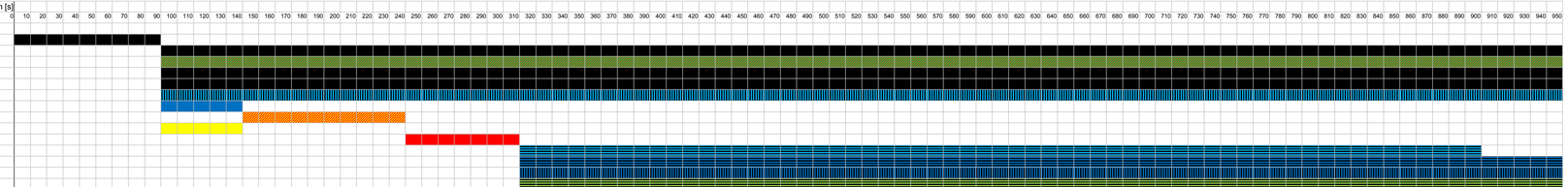
ZEIT in [s]



Zwei Gruppen: NSNQ-THL-Szenario

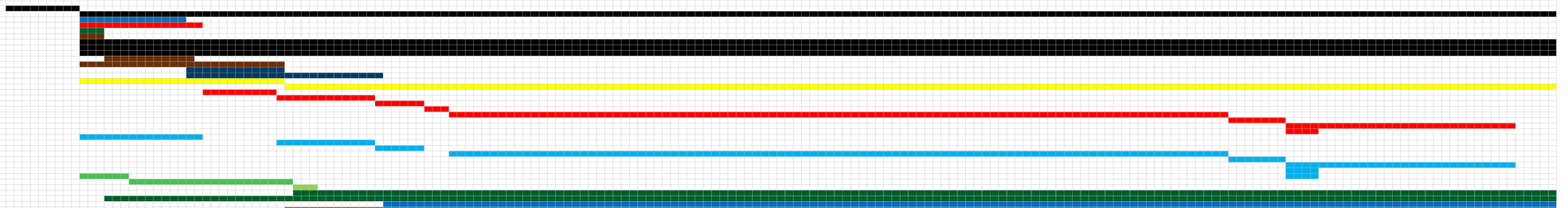
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ GF 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	94	94		
EL/ GF 1-2	3	Einsatzführung	94	-	-		
Ma 1-2/ 11/12	4	Einsatzstelle sichern/ Verkehrssicherung	94	-	-		0
Ma 1-2	2	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	94	-	-		
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	94	-	-		
9	1	Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	94	-	-		-1
5/6	2	Heranschaffen von Geräten zur Sicherung des Fahrzeuges	94	142	48		
1/2/3/4	4	Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	142	243	101		
3/4	2	Heranschaffen von Geräten zur Schaffung eines Zuganges	94	142	48		
1/2	2	Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	243	318	75		
10	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	909	591	-3	
5	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	-	-	-3	
6	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	-	-	-3	
7	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	-	-	-3	
8	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	-	-	-3	
1/2/3/4	4	Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	318	909	591		

ZEIT in [s]



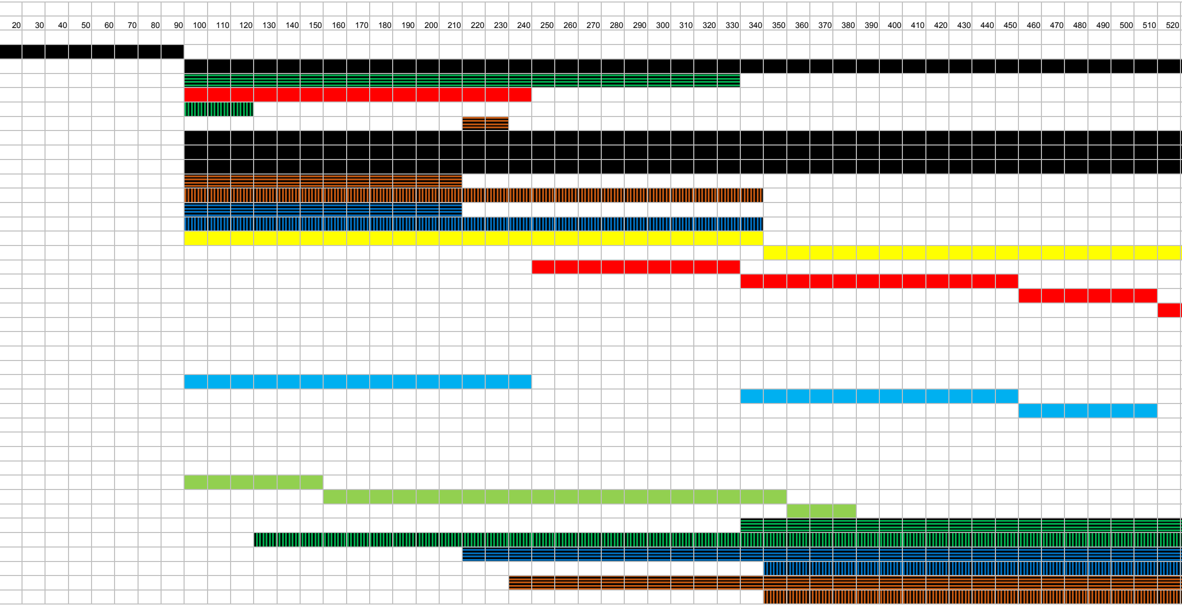
Zwei Gruppen: HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario

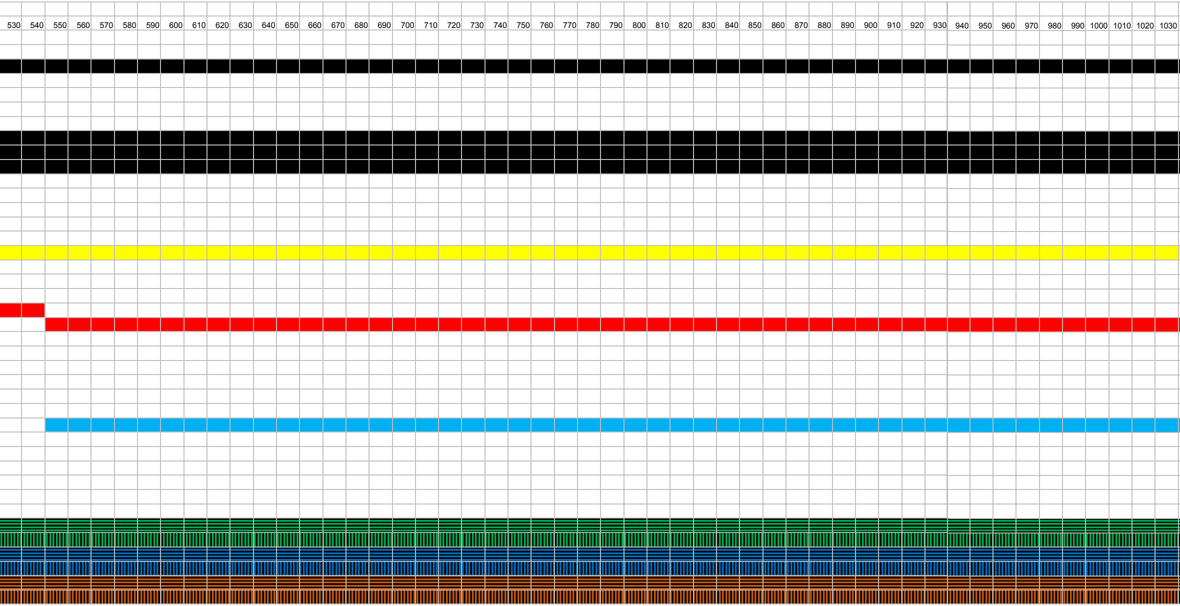
FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ GF 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99		
EL/ GF 1-2	3	Einsatzführung	99	-	-		
GF	2	Einsatzstelle sichern	99	223	124		0
GF	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
Ma 2	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23		
ME	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23		
Ma 1-2	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma 1-2	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
ME	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	122	239	117		
TZ	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245		
ME	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	223	340	117		
TZ	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	223	468	245		
3/4	2	Ausrüsten als ST1 mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246		
3/4	2	taktische Ventilation	345	-	-		
1/3	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
1/3	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
1/3	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
1/3	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
1/3	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
1/3	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
1/3	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278	0	0
1/3	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	0	0
4/ 10	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
4/ 10	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
4/ 10	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
4/ 10	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
4/ 10	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
4/ 10	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278	0	0
4/ 10	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	0	0
Ma 1/ Ma 1/ 7/ 8	4	Entnahme der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	99	150	51		
Ma 1 /7/8	3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	150	354	204		
7/8	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	354	382	28		
Ma 1	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	354	-	-		
Ma 2	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	122	-	-		
ME	2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	468	-	-		
11/12	2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	344	-	-		0

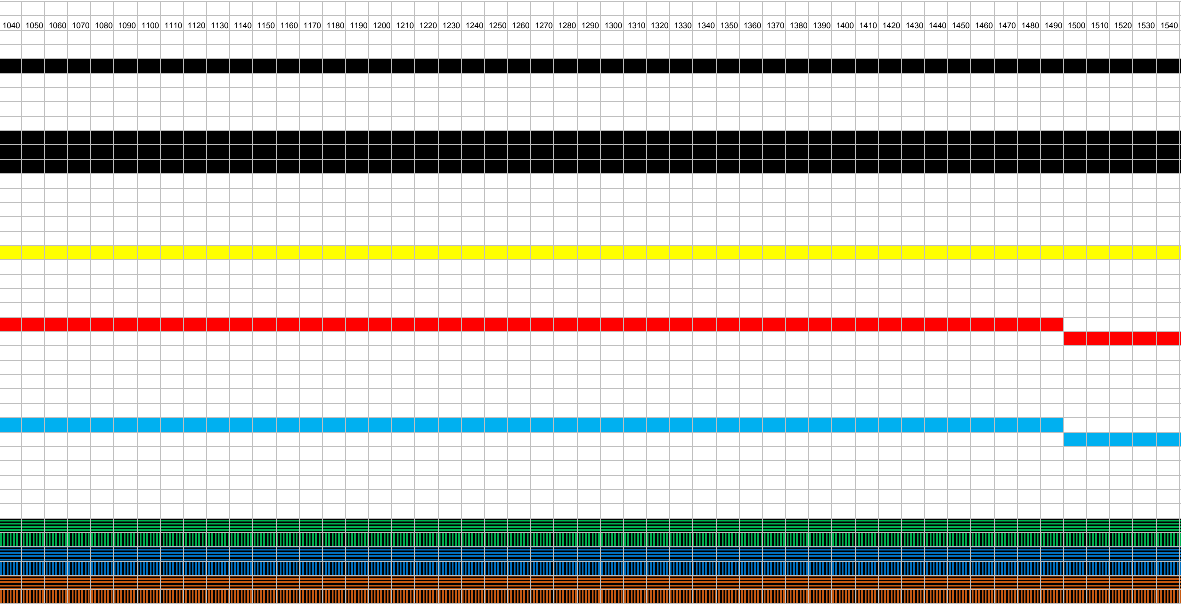


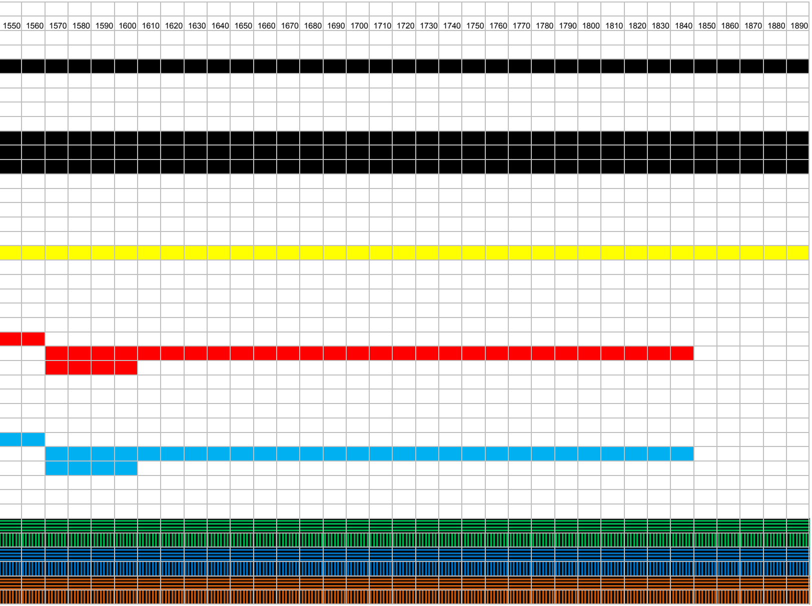
Zwei Gruppen; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]		QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]		
										0	10
EL/ GF 1-2	3	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99						■
EL/ GF 1-2	3	Einsatzführung	99	-	-						
Me 1	1	Einsatzstelle sichern	99	330	231			-2			
1/2	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145						
Me2	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23						
11	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	216	239	23						
Ma	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-						
Ma	2	Atemschutzüberwachung	99	-	-						
Ma	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-						
11	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117						
12	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245						
5	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117						
6	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245						
3/4	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246						
3/4	2	taktische Ventilation	345	-	-						
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90						
1/2	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123						
1/2	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60						
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30						
1/2	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946						
1/2	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76						
1 oder 2	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278		-3	-3			
1 oder 2	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39		-3	-3			
9/ 10	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145						
9/ 10	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123						
9/ 10	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60						
9/ 10	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946						
9/ 10	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76						
9 oder 10	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278		-3	-3			
9 oder 10	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39		-3	-3			
Ma 1/ Me 2/ 7/ 8	4	Entnahme der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	99	150	51						
Me 2/7/8	3	In Stellung bringen der tragbaren Leiter (4teil. Steckleiter)	150	354	204						
7/8	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	354	382	28						
Me 1	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	330	-	-						
Me 2	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	122	-	-						
5	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	216	-	-			-3			
6	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	344	-	-			-3			
11	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	239	-	-			-3			
12	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	344	-	-			-3			



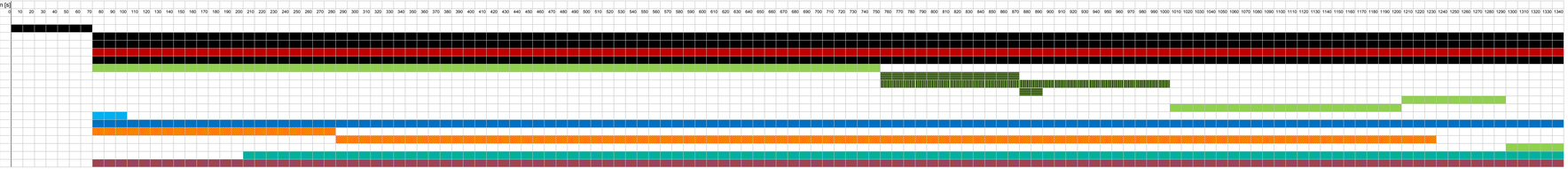






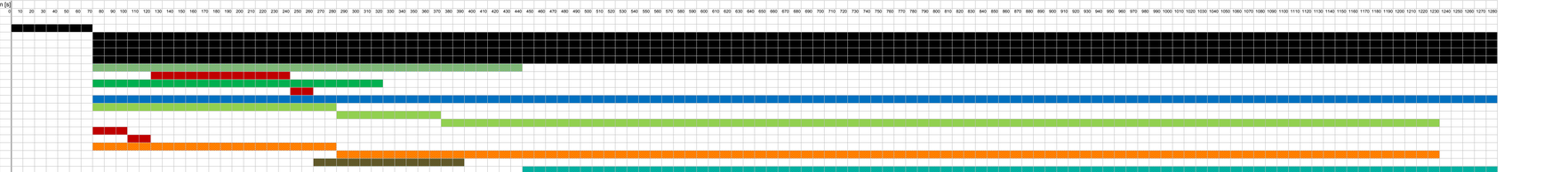
Zug: HSHQ-ABC-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Erkundung und Erstbefehl	0	79	79		
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Einsatzführung	79	-	-		
Ma 1-2	1	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	79	-	-		
Ma 1-2	1	Atemschutzüberwachung	79	-	-		
Ma 1-2	1	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	79	-	-		
7/ 8	2	Einsatzstelle großflächig absperren für GSG-Einsatz	79	756	677		
7	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	756	873	117		
8	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	756	1001	245		
7	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	873	896	23		
7/8	2	Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen) innerhalb GB	1207	1299	92		
7/8	2	Ausrüstung mit CSA	1001	1207	206		
9/10	2	Equipment aus Fahrzeug holen	79	103	24		
5/ 6	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	79	-	-		
1/ 2/3/ 4	2	Ausrüstung mit CSA	79	285	206		
1/ 2/ 3/ 4	2	Abdichten der Leckage (bis 10 cm Durchmesser)	285	1231	946		
7/8	2	Niederschlagen der Gase	1299	-	-		
9/10/ Me / 13	4	Aufbau und Betrieb eines Dekontaminationplatzes	103	-	-	0	0
Ma GWG/ 11/ 12	3	Messen und Dokumentation	79	-	-		



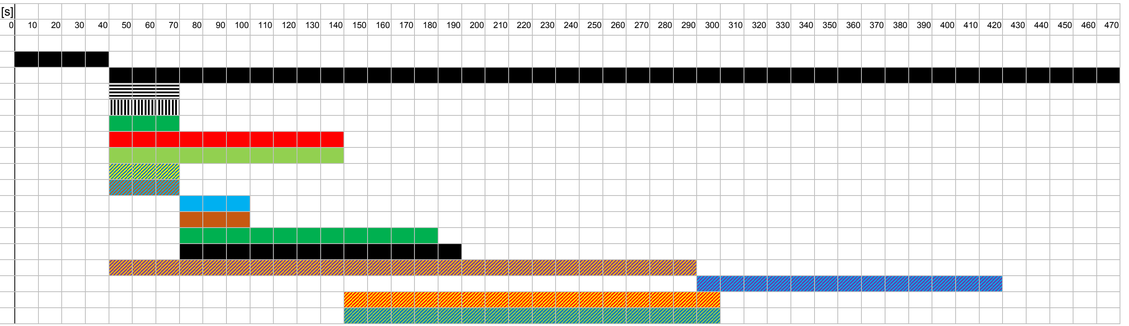
Zug: HSHQ-ABC-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ GF/ StFü	3	Erkundung und Erstbefehl	0	79	79		
EL/ GF/ StFü	3	Einsatzführung	79	-	-		
Ma 1-2	1	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	79	-	-		
Ma 1-2	1	Atemschutzüberwachung	79	-	-		
Ma 1-2	1	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	79	-	-		
9/ 10/ 13/ Ma ELW	4	Einsatzstelle großflächig absperren für GSG-Einsatz	79	448	369		
FüNpi	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	127	244	117		
Me	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	79	324	245		
FüKds	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	244	267	23		
5/ 6	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	79	-	-		
7/8	2	Ausrüsten mit CSA	79	285	206		
7/8	2	Vornahme eines C-Rohres mit Schlauchtragekörben (3 C-Längen) innerhalb GB	285	377	92		
7/8	2	Niederschlagen der Gase	377	1231	-		
FüAss	1	Equipment aus Fahrzeug holen	79	103	24		
FüNpi	1	Equipment aus Fahrzeug holen	103	127	24		
1/ 2/3/ 4	2	Ausrüstung mit CSA	79	285	206		
1/ 2/ 3/ 4	2	Abdichten der Leckage (bis 10 cm Durchmesser)	285	1231	946		
FüDrs/ Me	2	Aufbau und Betrieb einer Not-Dekontamination	267	391	124	-2	-2
9/10/ Me / 13	4	Aufbau und Betrieb eines Dekontaminationplatzes	448	-	-	0	0
Ma GWG/ 11/ 12	3	Messen und Dokumentation	79	-	-		



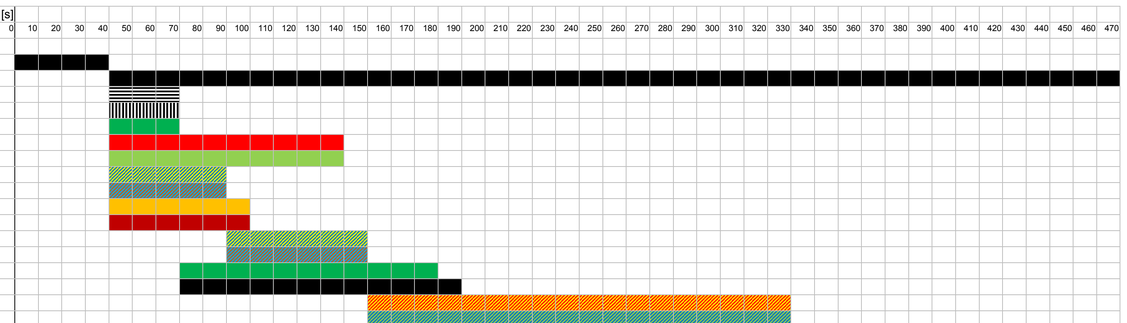
Zug: HSHQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47			
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Einsatzführung	47	-	-			
Ma 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
Ma 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
Me	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
7/8	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
3/4/5/6	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32			
9/10/11/12	4	Entnahme des Eisrettungsschlittens	47	79	32			
9/10	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	79	109	30			
11/12	2	Vorbereitung eines Eisrettungsschlittens	79	109	30			
Me	1	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	180	103			
Ma 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	193	116			
Ma-DL/ 13	2	Instellungbringen der Drehleiter	47	291	244			
Ma-DL/ 9/ 10	3	Rettung einer Person mittels Drehleiter	291	428	137		3	
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0	
5/6/7/8	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Eisrettungsschlitten	148	309	161		0	



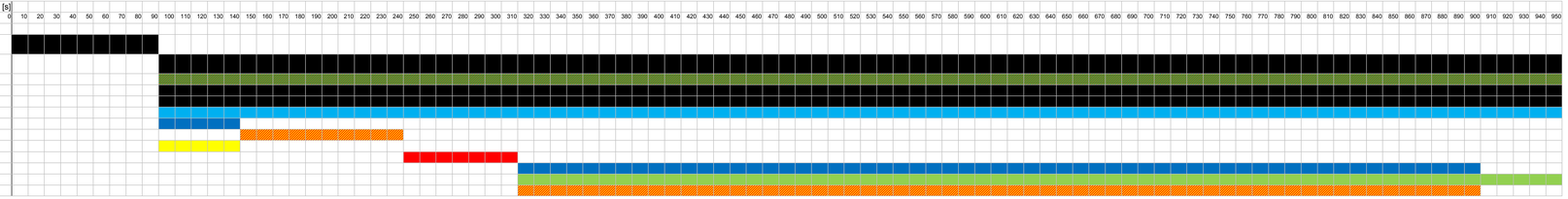
Zug: NSNQ-Eisrettungs-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT	ZEIT in [s]
EL/ GF/ StFü	3	Erkundung und Erstbefehl	0	47	47			
EL/ GF/ StFü	3	Einsatzführung	47	-	-			
Ma 1	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
Ma 2	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
Me	1	Sichern der ersten Rettungsleine und Wurf zur Person	47	77	30			
1/2	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
7/8	2	Kälteschutzanzüge anziehen nach Ankunft am Einsatzort	47	148	101			
3/4/5/6	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	47	98	51			
9/10/11/12	4	Entnahme von zwei Steckleiterteilen	47	98	51			
Ma ELW	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	47	101	54			
FüAss	1	Entnahme von Schleifkorbtrage/ Spineboard	47	101	54			
3/4/5/6	4	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	98	150	52			
9/10/11/12	4	Vorbereiten von Schleifkorbtrage/ Spineboard und Leiterteil zur Eisrettung	98	150	52			
Me	1	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	180	103			
Ma 1-2	2	Vorbereiten von Decken, medizinischem Gerät und warmem Fahrzeug	77	193	116			
1/2/3/4	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	150	331	181		-3	
5/6/7/8	4	Retten einer Person aus dem Eis mittels Schleifkorbtrage/Spineboard und Steckleiterteil	150	331	181		-3	
Ma-DL/ 13	2	Instellungbringen der Drehleiter	47	291	244			
Ma-DL/ 9/ 10	3	Rettung einer Person mittels Drehleiter	291	428	137		3	



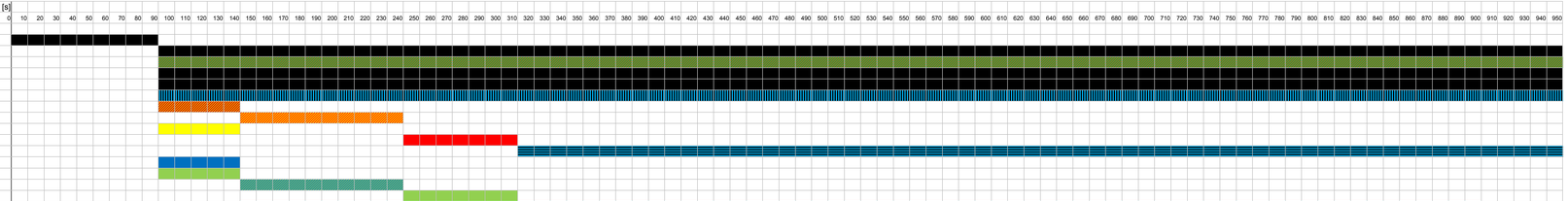
Zug: HSHQ-THL-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Erkundung und Erstbefehl	0	94	94		
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Einsatzführung	94	-	-		
Me/ 13/ 11/ 12	4	Einsatzstelle sichern/ Verkehrssicherung	94	-	-		0
Ma 1-2/ Ma RW	3	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	94	-	-		
Ma 1-2/ Ma RW	3	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	94	-	-		
9/10	2	Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	94	-	-		0
5/6	2	Heranschaffen von Geräten zur Sicherung des Fahrzeuges	94	142	48		
1/2/3/4	4	Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	142	243	101		
3/4	2	Heranschaffen von Geräten zur Schaffung eines Zuganges	94	142	48		
1/2	2	Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	243	318	75		
5/6	2	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	909	591	0	
7/8	2	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	-	-	0	
1/2/3/4	4	Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	318	909	591		



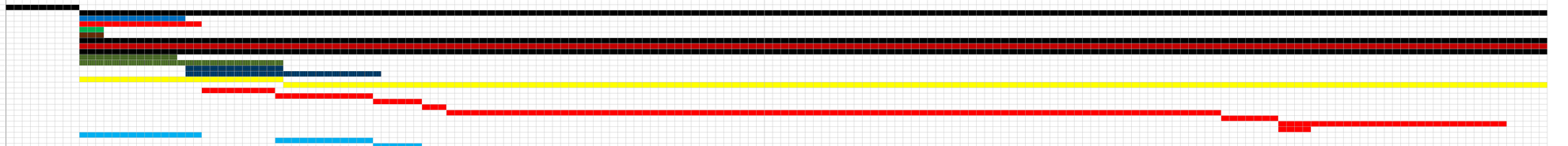
Zug: NSNQ-THL-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ GF/ StFü	3	Erkundung und Erstbefehl	0	94	94		
EL/ GF/ StFü	3	Einsatzführung	94	-	-		
Me/ 13/ 11/ 12	4	Einsatzstelle sichern/ Verkehrssicherung	94	-	-		0
Ma 1-2/ Ma RW	3	Bedienen von Aggregaten und Pumpen	94	-	-		
Ma 1-2/ Ma RW	3	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	94	-	-		
9	1	Vornahme des Schnellangriff und eines Feuerlöschers zur Brandsicherung	94	-	-		-1
FüAss/ Ma ELW	2	Heranschaffen von Geräten zur Sicherung des Fahrzeuges	94	142	48		
1/2/3/4	4	Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	142	243	101		
3/4	2	Heranschaffen von Geräten zur Schaffung eines Zuganges	94	142	48		
1/2	2	Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	243	318	75		
10	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	-	-	-3	
5/6	2	Heranschaffen von Geräten zur Sicherung des Fahrzeuges	94	142	48		
7/8	2	Heranschaffen von Geräten zur Schaffung eines Zuganges	94	142	48		
5/6/7/8	4	Sichern des Unfall-PKW durch Unterbauen mit Hölzern und Keilen	142	243	101		
7/8	2	Ersten Zugang zum Patienten sicherstellen	243	318	75		
FüAss	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	909	591	-3	
Ma ELW	1	Betreuung des Patienten, Vitalkontrolle und Erstversorgung	318	909	591	-3	
1/2/3/4	4	Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	318	909	591		
5/6/7/8	4	Befreien und Retten einer eingeklemmten Person über die Fahrzeugtüre	318	909	591		



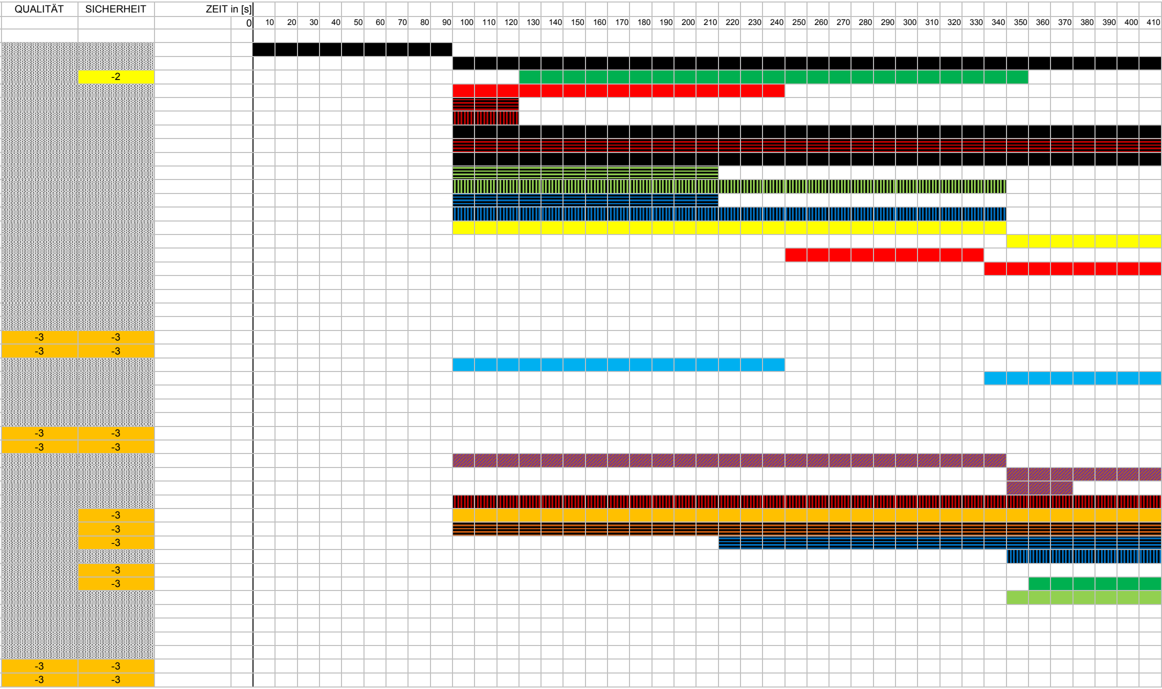
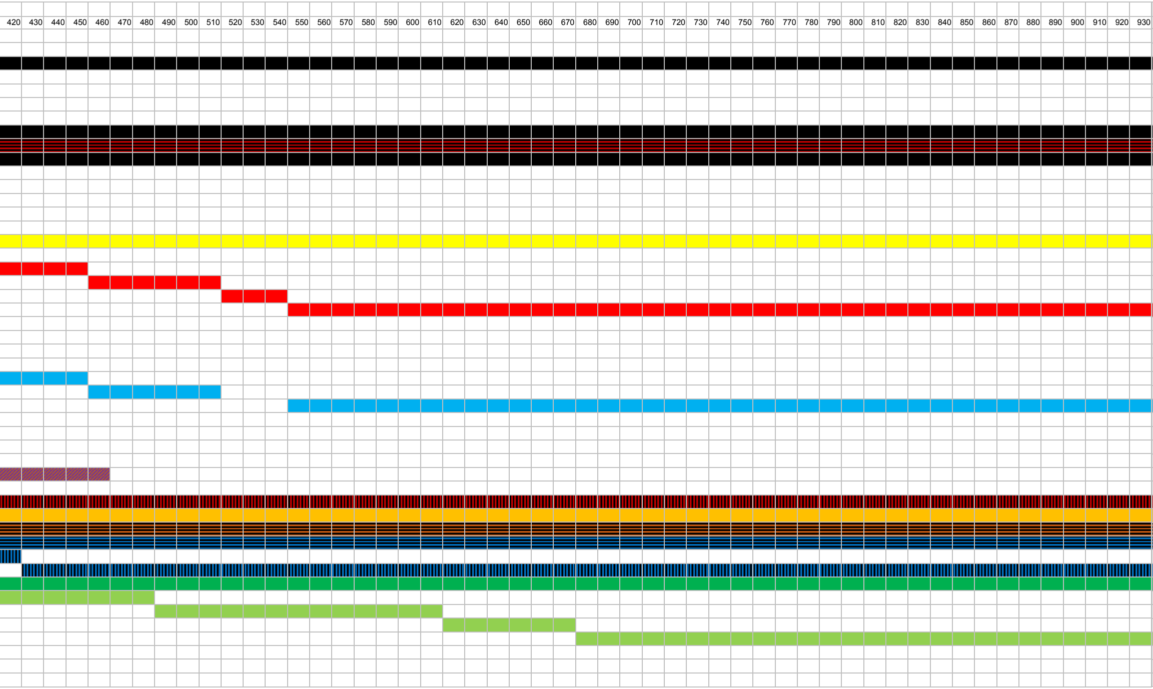
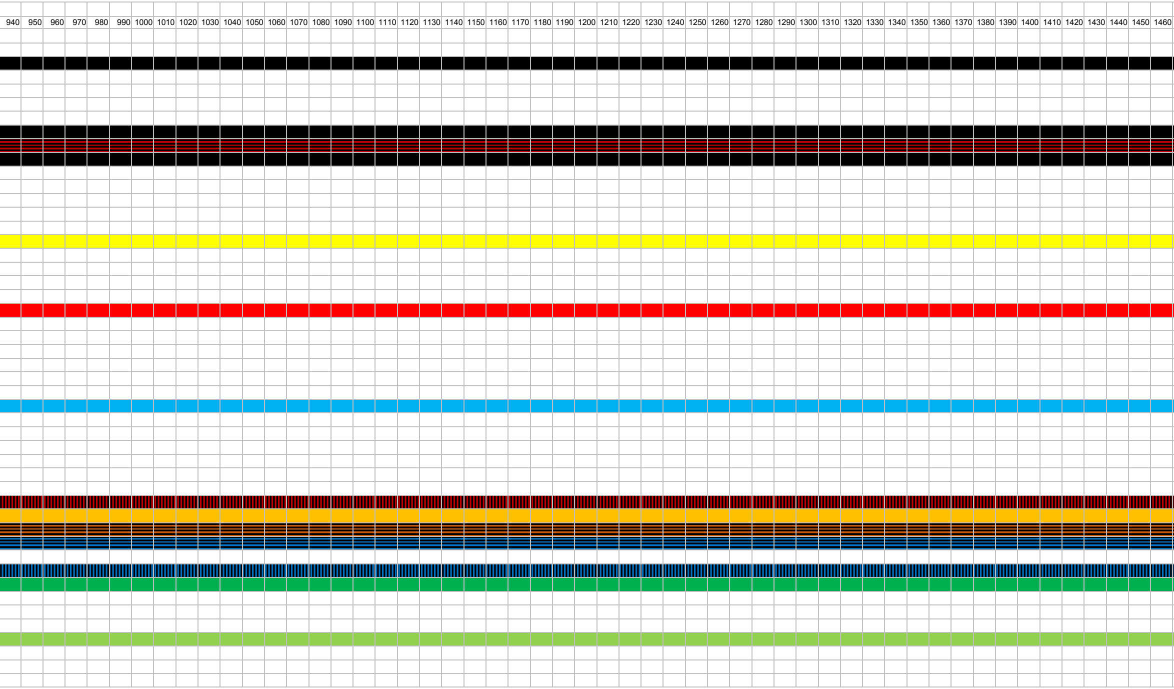
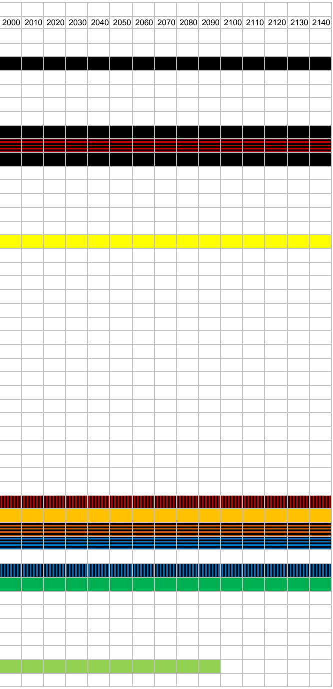
Zug: HSHQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]	QUALITÄT	SICHERHEIT
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99		
EL/ FüAss/ Ma ELW/ GF/ StFü	5	Einsatzführung	99	-	-		
Ma	2	Einsatzstelle sichern	99	223	124		0
Ma	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
Ma	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23		
Ma	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23		
Ma 1-2	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-		
Ma	1	Atemschutzüberwachung	99	-	-		
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-		
8	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117		
8	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245		
8	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	223	340	117		
8	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	223	468	245		
3/4	2	Ausrüsten als ST1 mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246		
3/4	2	taktische Ventilation	345	-	-		
10	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90		
10	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
10	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
10	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30		
10	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
10	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
10	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1647	278	0	0
10	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	0	0
e/ 10	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145		
e/ 10	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123		
e/ 10	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60		
e/ 10	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946		
e/ 10	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76		
e/ 10	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1647	278	0	0
e/ 10	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39	0	0
Ma DU 11	2	Installungringen der DL zur Menschenrettung	99	345	246		
Ma DU 11	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Korb	345	469	124		
Ma DU 11	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	345	373	28		
13	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	122	-	-		
Ma	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	122	-	-		
13	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	122	-	-		
7/8	2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	344	-	-		0
7/8	2	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	468	-	-		0



Zug; NSNQ-Wohnungsbrand-Szenario

FUNKTION	ANZAHL	AKTIVITÄT	BEGINN bei [s]	ENDZEIT in [s]	DAUER in [s]
EL/ GF/ StFü	3	Erkundung und Erstbefehl	0	99	99
EL/ GF/ StFü	3	Einsatzführung	99	-	-
Me	1	Einsatzstelle sichern	122	353	231
1/2	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145
FüAss	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23
Ma ELW	1	Setzen des Schnellangriffsverteilers	99	122	23
Ma 1-2	2	Bedienen der Pumpe	99	-	-
FüAss	1	Atemschutzüberwachung	99	-	-
Ma 1-2	2	Unterstützung bei der Entnahme von Geräten aus dem Fahrzeug	99	-	-
7	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117
8	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245
5	1	Verlegen von 4 B-Schläuchen mit Schlauchhaspel	99	216	117
6	1	Suche nach Hydrant und Setzten des Standrohres	99	344	245
3/4	2	Ausrüsten als SiTr mit Atemschutz und sonstigem Gerät	99	345	246
3/4	2	taktische Ventilation	345	-	-
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Haustüre	244	334	90
1/2	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123
1/2	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60
1/2	2	gewaltsame Öffnung der Wohnungstüre	517	547	30
1/2	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946
1/2	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76
1 oder 2	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278
1 oder 2	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39
9/ 10	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	99	244	145
9/ 10	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	334	457	123
9/ 10	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	457	517	60
9/ 10	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	547	1493	946
9/ 10	2	Bodycheck und Rückmeldung	1493	1569	76
9 oder 10	1	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1569	1847	278
9 oder 10	1	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1569	1608	39
Ma-DL/ 11	2	Instellungbringen der DL zur Menschenrettung	99	345	246
Ma-DL/ 11	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Korb	345	469	124
Ma-DL/ 11	2	Retten einer gehfähigen Person aus einem anleiterbaren Fenster über Leiter	345	373	28
Ma ELW	1	Schlauchmanagement außerhalb des Gebäudes	122	-	-
13	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	99	-	-
12	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	99	-	-
5	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	216	-	-
6	1	Setzen eines Verteilers (Annahme aus Datenpool Vegetationsbrand [E75])	344	424	80
6	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	424	-	-
Me	1	Vornahme eines Rohres im Außenangriff (2 C-Längen) mit Schlauchtragekörben	353	-	-
7/8	2	Ausrüsten mit Einsatzmitteln zum Such- und Löscheinsatz unter PA	344	489	145
7/8	2	Vorgehen mit PA im Aufstieg über Treppe 2. OG	489	612	123
7/8	2	Verlegen der Schlauchreserve im Treppenhaus	612	672	60
7/8	2	Suchzeit in verrauchter 90m² Wohnung mit Ventilation	672	1618	946
7/8	2	Bodycheck und Rückmeldung	1618	1694	76
7/8	2	Retten einer gehunfähigen Person über Treppe mit Rettungstuch, Krankentrage o.ä.	1694	1972	278
7/8	2	Retten einer gehfähigen Person über Treppe	1694	1733	39



QUALITÄT	SICHERHEIT
	-2
-3	-3
-3	-3
-3	-3
-3	-3
	-3
	-3
	-3
	-3
	-3
-3	-3
-3	-3