

# **Versuchsbericht**

Unterarbeitsgruppe 2.C

Technik und Taktik

Taktikversuche

---

## Formblatt zur Datenübersicht

<b>Leitung der Unterarbeitsgruppe</b>  Josef Dehling (bis 05/2015) Daniel Meyer (seit 05/2015)
<b>Arbeitsgruppenmitglieder</b> Gerd Simon-Bourée, Josef Dehling, Dennis Edner, Markus Gebauer, Heinz-Jürgen Gottmann, Philipp van Hummel, Thomas Jung, Albert Kißlinger, Bernd Löhr, Holger Mehl, Daniel Meyer, René Schubert, Uwe Theismann, Hans-Peter Thiel, Christiaan Velthausz, Thomas Wittenbrink
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Entwicklung, Begleitung, Durchführung und Auswertung von Praxisversuchen zur Auswertung der Effektivität einer Löschgruppe oder weniger Personal auf einem Löschgruppenfahrzeug bei dem Standard-Einsatzszenario der AGBF
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b>  10.06.2014 bis 30.09.2016
<b>Berichtszeitraum:</b>  19.02.2015 bis 13.05.2015 (Taktikversuche)
<b>Autoren:</b>  Daniel Meyer Albert Kißlinger Christopher Lipsch

---

# Inhaltsverzeichnis

Formblatt zur Datenübersicht .....	I
Inhaltsverzeichnis .....	II
1 Management Summary .....	1
2 Ausführlicher Bericht .....	2
2.1 Ausgangslage .....	3
2.2 Taktikversuche .....	6
2.3 Ergebnisse .....	11
2.4 Auswertung .....	24
2.5 Schlussfolgerung.....	29
Bilderverzeichnis .....	31
Tabellenverzeichnis.....	32
Literatur .....	33
Anhänge .....	34

## 1 Management Summary

Aktuell ist es in Nordrhein-Westfalen Standard, dass ein Löschfahrzeug mit einer Gruppe (neun Feuerwehrangehörige) besetzt zum Einsatz ausrücken soll. Real kann dies von den Freiwilligen Feuerwehren nicht mehr zu jeder Zeit geleistet werden.

In den Taktikversuchen galt es zu untersuchen, welche Auswirkungen eine Reduzierung des Einsatzpersonals ab einer Gruppenstärke auf den Einsatzerfolg bei der Abwicklung eines Mustereinsatzes „Feuer mit Menschleben in Gefahr“ hat.

Es zeigte sich rasch, dass nicht nur die Personalstärke für den Einsatzerfolg ausschlaggebend ist. Es sind viele verschiedene Elemente, die aufeinander Einfluss nehmen. Das belegt eindrucksvoll auch der Unfallbericht aus Marne (HFUK und FUK Mitte, 2016). Beinahe alle dort aufgetretenen Probleme konnten in den Praxisversuchen aufgefunden werden.

Die Versuche haben ergeben, dass keinesfalls weniger als eine Staffel (sechs Feuerwehrangehörige) auf dem ersten Einsatzfahrzeug ausrücken soll. Das Risiko einer Eigengefährdung steigt für die Einsatzkräfte bei weniger Personal enorm an. Je mehr Personal auf dem ersten Fahrzeug verfügbar ist, desto höher das Sicherheitsniveau. Der Einsatz wird aber dadurch nicht schneller abgearbeitet. Bei weniger als sechs Feuerwehrangehörigen ist der Einsatzerfolg und der Eigenschutz nicht mehr sicherzustellen.

Die Nebenergebnisse der Versuche ergaben aber auch, dass der Bedarf an praktischen Ausbildungsmöglichkeiten und an einheitlicher Ausbildung enorm ist. Je besser die Mannschaft auf einander eingespielt und trainiert war, desto besser, sicherer und schneller wurde gearbeitet. Auch muss das Führungspersonal praktisch geschult werden. Bei einer hohen Kompetenz der Führung liefen die Einsätze flüssig und sicher ab. Auftretende Defizite konnten rechtzeitig erkannt und abgefangen werden.

## 2 Ausführlicher Bericht

Dieser Bericht enthält die Ergebnisse, Auswertung und Interpretation der Taktikversuche im Projekt FeuerWEHRENSACHE des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Versuche wurden im Aufgabenbereich der Arbeitsgruppe 2 „Die Organisation der Feuerwehr“ in der Unterarbeitsgruppe „Technik und Taktik“ entwickelt und durchgeführt.

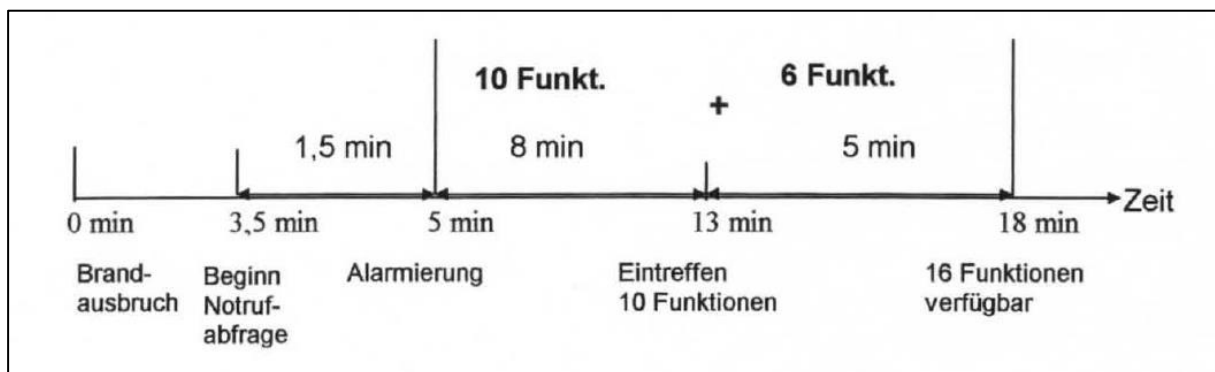


Bild 1 - Einordnung der Taktikversuche

## 2.1 Ausgangslage

An die Feuerwehren im gesamten Land Nordrhein-Westfalen werden Anforderungen gestellt, die sich aus dem geltenden Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG), den bestehenden Feuerwehrdienstvorschriften (FwDVen), Unfallverhütungsvorschriften (UVV) sowie der Laufbahnverordnung FF und weiteren Vorgaben der Landesregierung ergeben. Jeder Mensch soll zu jeder Zeit die gleiche Qualität an Hilfeleistung erfahren. Es muss folglich gewährleistet werden, dass eine ersteintreffende Feuerweereinheit sowohl personell als auch technisch so ausgestattet ist, dass so schnell wie möglich eine Menschenrettung im Brandfall, eine Stabilisierung einer eingeklemmten Person bei einem Verkehrsunfall oder eine Menschenrettung bei einer Gefahrstofffreisetzung durchgeführt werden kann.

Das individuelle Sicherheitsniveau einer Kommune wird im vom Rat der Kommune verabschiedeten Brandschutzbedarfsplan festgelegt. Dabei orientiert sich die überwiegende Mehrheit aller Kommunen an der Empfehlung für Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten, wie sie durch die Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren vorgeschlagen wurde (AG der Leiter der Berufsfeuerwehren in der BRD, 16. Sep. 1998).



**Bild 2 - zeitlicher Ablauf nach AGBF**

Im Bereich der Freiwilligen Feuerwehren wird diese Schutzzieldefinition oftmals so ausgelegt, dass innerhalb von acht Minuten nach der Alarmierung eine Löschgruppe sowie ein Einsatzleiter (= zehn Funktionen) und nach weiteren fünf Minuten eine Löschstaffel (= sechs Funktionen) eintreffen soll. Bedingt durch die unten aufgeführte Problembeschreibung können diese selbst definierten „Schutzziele“ nicht in jeder Kommune im gewünschten Maße erreicht werden. Aus sicherheitlicher Sicht ist dies taxonomisch und semantisch nicht relevant, da dies kein hinreichendes Kriterium für

Schutz darstellt. Das reine Eintreffen ist zwar notwendig, aber für die Menschenrettung alleine noch nicht hinreichend.

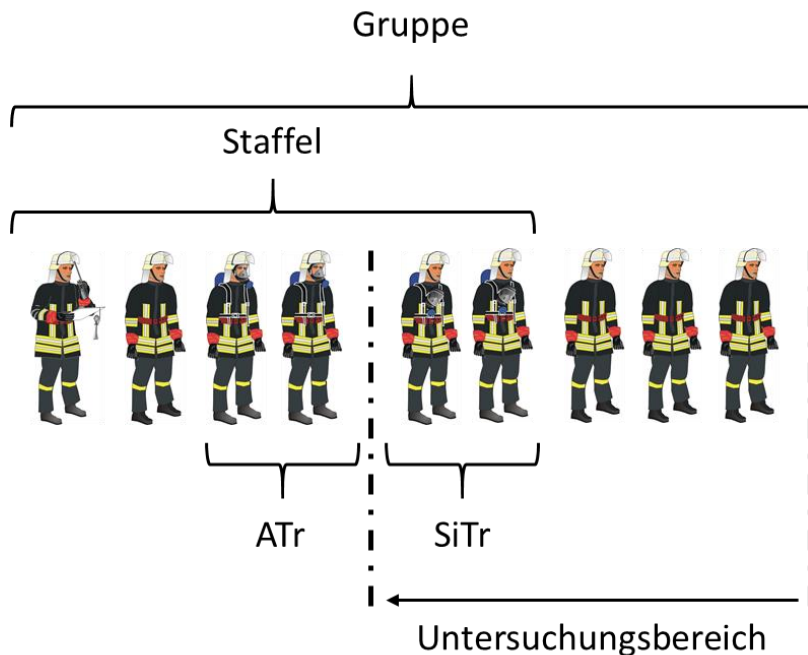
Die Unterarbeitsgruppe „Technik & Taktik“ griff die Frage auf, welchen Einfluss eine Personalreduzierung auf die Effektivität der Feuerwehr hat und entwickelte die Idee, zu untersuchen, ab welchem Personalstand es nicht mehr möglich oder zweckdienlich ist einen Einsatz effektiv abzuwickeln. Neben der Entwicklung im personellen Bereich darf auch aus sicherheitstechnischer Sicht die grundsätzliche Fortentwicklung der Technik nicht außer Acht gelassen werden. Hierdurch wird die Arbeit erleichtert und die Einsatztaktik unter Umständen angepasst.

Es ist allerdings bisher nicht objektiv validiert worden, welchen Einfluss verschiedene Faktoren auf den Verlauf der Einsatzabwicklung (Menschenrettung) und auf den Stand des Sicherheitsniveaus der Arbeit an einer Einsatzstelle haben.

### **2.1.1 Zielstellung**

Anhand eines festgelegten, wiederholbaren, realistischen und ausreichend großen Einsatzszenarios soll erprobt werden, wie viele Einsatzkräfte auf dem ersteintreffenden Fahrzeug zur erfolgreichen Abarbeitung eines bestimmten Einsatzzieles (hier: Menschenrettung) benötigt werden und welche Änderungen bei einer Reduzierung des Personals zu erwarten sind. Mit einer standardisierten Beladung eines Löschgruppenfahrzeugs sollen die untere Grenze der benötigten Mannschaftstärke und die benötigte Zeit unter der Berücksichtigung der Sicherheit der Einsatzkräfte ermittelt werden. Entsprechend der Mannschaftsstärke eines Löschgruppenfahrzeuges und der Schutzzieldefinition, wird mit einer Löschgruppe gemäß der Feuerwehr-Dienstvorschrift 3 - Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz (*Feuerwehr-Dienstvorschrift 3 - Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz*, Februar 2008) begonnen. Anschließend wird das Personal stückweise reduziert. Die Mannschaft muss hierauf wie im Einsatzfall flexibel und dynamisch reagieren. Es sollen die örtlichen Verfahrensweisen zum Einsatz kommen, also die Verfahrensweisen, wie die Feuerwehr tatsächlich vor Ort einen Einsatz abarbeitet.

Es soll hier nicht untersucht werden, welche Ausrüstungsgegenstände zu einer Steigerung von Geschwindigkeit oder Effektivität am besten geeignet sind.



**Bild 3 - Darstellung der Mannschaftsaufteilung**

### 2.1.2 Methodik

Um Feuerwehreinsätze wissenschaftlich fundiert untersuchen zu können, müssen diese reproduzierbar und valide sein. Dabei stößt man an das grundsätzliche Problem von Feuerwehreinsätzen. Diese treten in den seltensten Fällen nach vollkommen gleichen Bedingungen auf.

Anhand einer praktischen Übung wurden verschiedene Aspekte eines Löschangriffs mit Menschenrettung beobachtet und bewertet.

An verschiedenen Stellen des Übungsaufbaus wurden Übungsbeobachter postiert, die die Arbeit und Aufgaben der Einsatzkräfte beobachteten, die Zeit des Übungsdurchgangs registrierten und Probleme beziehungsweise Vorteile dokumentierten. Wenn möglich wurden die Übungsdurchgänge per Kamera dokumentiert, um eine spätere Nachvollziehbarkeit zu ermöglichen.



## 2.2 Taktikversuche

Auf dem Außengelände des Instituts der Feuerwehr in NRW (IdF NRW) können verschiedenste Einsatzszenarien dargestellt und geübt werden. Dabei ist es möglich ein identisches Szenario immer wieder zu starten ohne dass es zu Veränderung der Einsatzdarstellung kommt. Dadurch wird über die verschiedenen Übungsdurchgänge mehrerer Feuerwehren eine möglichst hohe Vergleichbarkeit erzielt.

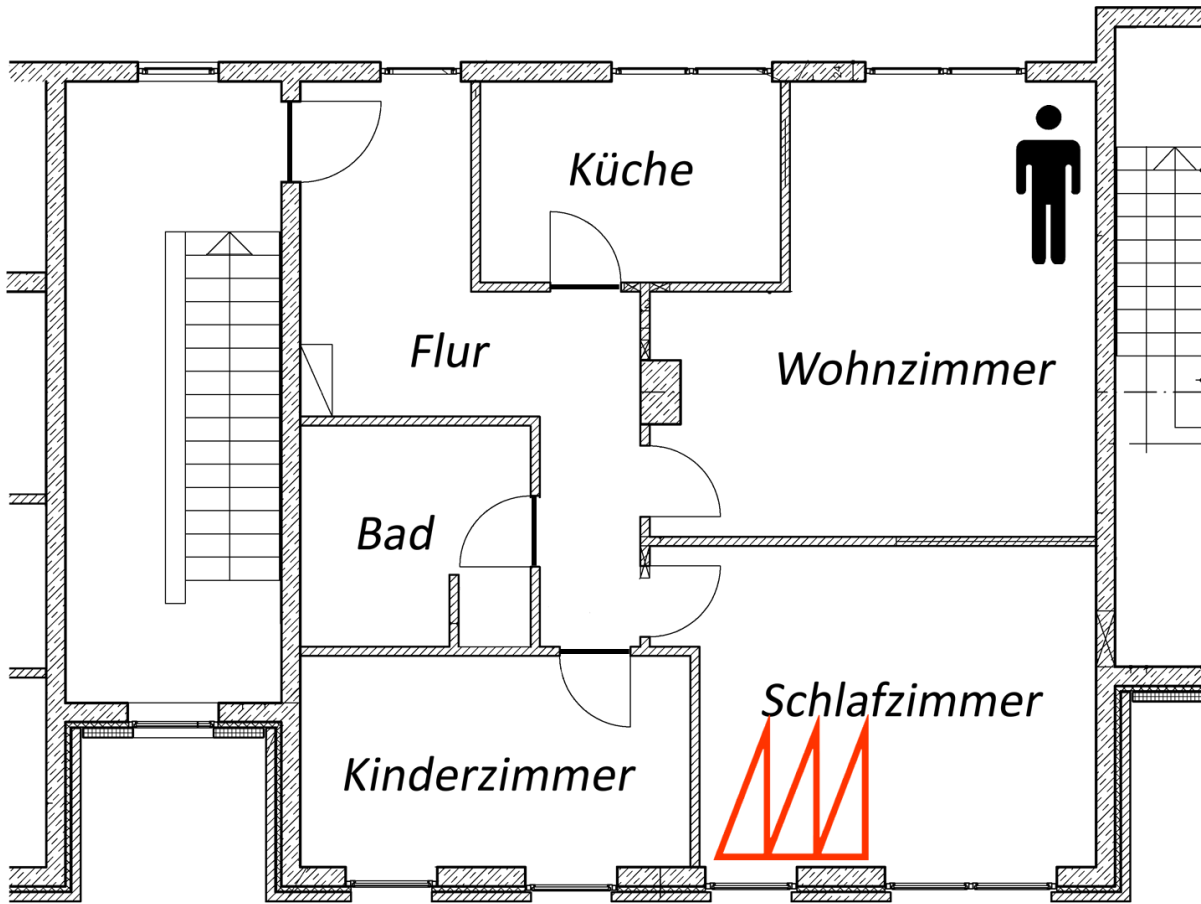
### 2.2.1 Übungsobjekt

Es handelte sich um das Wohnhaus mit drei Etagen, ausgebauten Dachgeschoß und Arztpraxis im Erdgeschoß in der Übungshalle. Die Wohnung im ersten Obergeschoß wurde möbliert. Die Lage der Wohnung ist in Bild 4 markiert.



**Bild 4 - Übungsobjekt mit Fahrzeugpositionierung**

Vor dem Objekt verläuft eine eingezeichnete Straße, ein Unterflurhydrant ist etwa 15m hinter dem Löschfahrzeug.



**Bild 5 - Wohnungsplan und Übungslage**

Detailaufnahmen der Wohnung und der einzelnen Zimmer finden sich im Bericht des Auftragnehmers der Bergischen Universität Wuppertal, Lehrstuhl MSU.

## 2.2.2 Übungsszenario

Um wetterunabhängig agieren zu können und um den Vorbereitungs- bzw. Wiederholungsaufwand überschaubar zu machen, wurde ein Szenario in der Übungshalle vorbereitet und programmiert.

Es wurde ein Brandszenario im ersten Obergeschoß eines Mehrparteienhauses, mit verrauchten Rettungswegen und einer vermissten Person in der Brandwohnung dargestellt. Dazu wurde ein Feuer im Schlafzimmer angenommen. Die vermisste Person (Übungspuppe mit 80 kg Gewicht) wurde im Wohnzimmer platziert. Die Zimmertüren Wohnzimmer und Schlafzimmer waren geöffnet. Die Zimmertüren Kinderzimmer, Bad und Küche waren geschlossen.

Zusätzlich wurde die Übungspuppe im Wohnzimmer bei jedem Durchgang neu positioniert und die Möblierung verändert. Es wurde im Vorhinein nicht bekannt gegeben, dass die Übungspuppe immer im gleichen Raum liegt. Die Position der Puppe konnte gegebenenfalls über den „Anrufer“ erfragt werden.



**Bild 7 - Übungspuppe auf dem Sofa**



**Bild 6 - Übungspuppe auf der Sitzecke**

Das Einsatzfahrzeug wurde am linken Fahrbahnrand vor dem Wohnhaus positioniert (siehe Bild 4). Eine Anfahrt zur Einsatzstelle entfiel also. Für alle Einheiten waren damit die Startbedingungen identisch.

Weitere Detailaufnahmen des Übungsszenarios finden sich im Bericht des Auftragnehmers der Bergischen Universität Wuppertal, Lehrstuhl MSU.

### **2.2.3 Übungsdurchführung**

Ein Übungsdurchgang wurde von dreizehn Freiwilligen Feuerwehren und einem Grundausbildungslehrgang der Berufsfeuerwehr mit den gleichen Startbedingungen (Fahrzeug, Mannschaftsstärke, Ausrüstung, Einsatzszenario) durchgeführt, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten.

Der Grundausbildungslehrgang wurde kurzfristig hinzugezogen, um für die Auswertung Referenzwerte einer maximal trainierten Einheit heranziehen zu können. Der Gedanke war, dass diese Gruppe aufgrund ihres guten Trainingszustandes und aufeinander eingespielten Teams möglichst gute Werte erzielen würde.

Das Übungsszenario (Feuer im Obergeschoss bei verqualmten Rettungswegen mit einer vermissten Person) wurde den Einsatzkräften vorher bekannt gegeben, um den aufkommenden Übungseffekt durch die Wiederholungen und die damit wahrscheinliche Zeitverbesserung von Anfang an etwas zu kompensieren.

Das programmierte Szenario wurde beim Aufsitzen der Mannschaft auf das Fahrzeug gestartet (nicht Beginn der Übung!). Die Mannschaft besetzte das Fahrzeug und rüstete sich vollständig aus. Sobald der Gruppenführer die Fahrzeugtüre öffnete und abstieg, begannen das Übungsszenario und die Zeitmessung.

Primäres Ziel war die Menschenrettung. Dem Gruppenführer war freigestellt, das Szenario so lange laufen zu lassen, wie er es für machbar hielt. Ebenso war es ihm freigestellt, es gar nicht zu starten, falls er im Realfall mit einer entsprechenden Besatzung zu diesem gemeldeten Szenario auch nicht ausgerückt wäre.

Es wurde das gleiche Einsatzszenario mehrmals wiederholt. Der Einsatzauftrag war so schnell und sicher wie möglich unter Berücksichtigung der geltenden Unfallverhütungsvorschriften abzuarbeiten. Gestartet wurde mit Gruppenstärke (9 Feuerwehrangehörige). Bei jeder Wiederholung stand eine Einsatzkraft weniger zur Verfügung. Wenn die Erfüllung des Einsatzauftrages nicht mehr möglich war, nicht mehr sinnvoll erschien oder die Zeitspanne eindeutig zu groß wurde, ist der Übungsdurchgang beendet worden. Die Entscheidung darüber oblag dem eingeteilten

Gruppenführer der übenden Feuerwehr. Generell wurde eine Übung solange durchgeführt, bis der Gruppenführer meldete, dass er die Lage unter Kontrolle oder zumindest stabilisiert habe.

### **2.2.3.1 Einsatzfahrzeug**

Vor Start der Übungen wurde den Übungsteilnehmern eine Einweisung in das Einsatzfahrzeug gegeben. Alle Teilnehmer konnten sich so lang wie möglich mit dem Fahrzeug vertraut machen.

Es handelt sich um ein HLF 20/16, Baujahr 2012, Fahrgestell Mercedes-Benz mit einem Aufbau der Firma Schlingmann. Gesamtgewicht sind 16 Tonnen. Das Fahrzeug verfügt über einen Tankinhalt von 1600 l Wasser und 120 l Schaummittel.

Eine detaillierte Beladeliste findet sich im Bericht des Auftragnehmers der Bergischen Universität Wuppertal, Lehrstuhl MSU.

### **2.2.3.2 Ausrüstung**

Da die übenden Feuerwehren das Szenario möglichst realistisch (wie am Heimatstandort) abarbeiten sollten, wurden ihnen gewisse individuelle Anpassungen zugestanden. Nach Wunsch wurde die Ausrüstung des Angriffstrupps den örtlichen Verfahrensweisen der Feuerwehr angepasst. Je nach Feuerwehr konnten Schlauchtragekörbe oder Rollschläuche verwendet werden. Vorhandene Helmlampen und ähnliches durften verwendet werden. Es gab keine Vorgaben, welches Material zu nutzen sei. Wurde das standardmäßige Material verändert, wurde dies in den Bewertungsbögen vermerkt.

Damit sollte ausgeschlossen werden, dass Unsicherheiten durch unbekannte Ausrüstung oder Vorgehensweisen auftreten.

Eine Wärmebildkamera wurde nicht zur Verfügung gestellt, da diese nicht flächendeckend zur Verfügung steht.

## **2.3 Ergebnisse**

Sämtliche Notizen und Ergebnisse aus den Bewertungsbögen werden hier zusammengetragen, erläutert und ausgewertet.

### **2.3.1 Elektronische Datenverarbeitung**

Um die in den Beobachtungsbögen erfassten Daten elektronisch verarbeiten und auswerten zu können, wurden die Daten in eine Beurteilungsmatrix eingepflegt. Die erhobenen Merkmale der Matrix mussten für alle Durchgänge und alle teilnehmenden Feuerwehren erhoben werden können, um statistisch auswertbar zu sein. Daher konnten hier Einzelmerkmale, die beispielsweise im Freitext der Beobachtungsbögen festgehalten wurden, nicht beachtet werden. Aus diesen Einzelmerkmalen, die bei verschiedenen Durchgängen und Feuerwehren auch mehrmals aufgetreten sind, können aber weitere Schlussfolgerungen gezogen werden, die insbesondere im Workshop mit den teilnehmenden Feuerwehren aufgearbeitet wurden. Die für die elektronische Datenauswertung verwertbaren Erhebungen sowie deren Gewichtung sind in Abstimmung aller Mitglieder der Unterarbeitsgruppe 2.C2C bestimmt worden und lassen sich in die Maßnahmenkategorien Eigensicherheit, Menschenrettung, Einsatzabwicklung und Kommunikation unterteilen.

Die Werte der Faktoren wurden in den Sitzungen der Unterarbeitsgruppe durch Abwägung und Diskussion der Erfahrungen der Gremiumsmitglieder festgelegt. Diese sind selbst Mitglieder in Feuerwehren, Feuerwehrführungskräfte in leitenden Funktionen und wissenschaftlich versierte Personen. Die Faktoren selbst wurden anschließend in einem Workshop den beteiligten Feuerwehren zur Diskussion gestellt. Hier gab es keine Anmerkungen.

**Tabelle 1 - Beispiel einer ausgefüllten Bewertungsmatrix**

Maßnahme	Faktor	1=Ja 0=Nein	Zwischensumme
<b>Eigensicherheit (41,25%)</b>			
Sicherheitstrupp	1,75	1	1,75
Absicherung der Einsatzstelle	1	1	1
sicheres Arbeiten	2	1	2
Atenschutzüberwachung durchgeführt	1,75	1	1,75
Schlauchmanagement	0,5	1	0,5
Lage vollständig erkundet	1,25	1	1,25
<b>Menschenrettung (27,50%)</b>			
Person innerhalb von 13 Minuten gerettet	2	1	2
Person innerhalb von 16 Minuten gerettet	1,5	1	1,5
Erstversorgung der Person	1,5	1	1,5
Bereitstellung von San- Material	0,5	1	0,5
<b>Einsatzabwicklung (17,50%)</b>			
Brandbekämpfung	1	1	1
externe Wasserversorgung	0,5	0	0
Überdruckbelüftung	1	1	1
Rauchvorhang genutzt	1	1	1
<b>Kommunikation (13,75%)</b>			
Rückmeldung an LST	0,75	0	0
regelmäßig mit Atr	1	1	1
Anrufer befragt	1	1	1

<b>Erreichte Summe:</b>	<b>18,75</b>
<b>Maximale Summe:</b>	20

Versuchsergebnis: 93,8%

Die Taktikversuche wurden mit 13 Einheiten aus Freiwilligen Feuerwehren und einem Grundausbildungslehrgang aus NRW durchgeführt, die alle nach dieser Matrix bewertet wurden. Es wären jeweils sechs Durchgänge möglich gewesen (9 FA, 8 FA, ..., 4 FA). Es blieb den Einheiten aber selbst überlassen, ob und wie weit sie den Versuch noch als sicher und erfolgreich durchführbar ansähen. So kommt es zu insgesamt 78 auswertbaren Durchgängen.

### **Maßnahmenkategorie Eigensicherheit**

Nur ein unverletzter Feuerwehrangehöriger kann auch anderen Personen helfen und bindet nicht eigene Einsatzkräfte für die Rettung. Daher ist der Faktor der Eigensicherheit so hoch zu bewerten und eindeutig VOR der Menschenrettung anzusiedeln.

Elementare Punkte für die Eigensicherheit eines vorgehenden Atemschutztrupps sind die Anmeldung bei und Nutzung der Atemschutzüberwachung in Kombination mit regelmäßigen Rückmeldungen. Nur so kann in einem Notfall schnell Hilfe durch den Sicherheitstrupp an die richtige Stelle geschickt werden. Das kann aber auch nur dann geschehen, wenn ein vollständig ausgerüsteter Sicherheitstrupp spätestens ab dem Anschließen des Atemschutzgerätes durch den Angriffstrupp zur Verfügung steht.

Schlauchmanagement ist sowohl beim Vorgehen als auch bei einem eventuellen Rückzug im Innenangriff von Bedeutung. Der Schlauch dient sowohl als Markierung für den Rückweg als auch als unverzichtbares Angriffsmittel.

Die vollständige Erkundung der Lage zählt daher auch zur Eigensicherheit, da nur dadurch unbekannte Gefahren rechtzeitig entdeckt und bekämpft werden können.

### **Maßnahmenkategorie Menschenrettung**

Es wird der Zeitraum betrachtet zwischen dem Eintreffen der Feuerwehr und der Rettung der vermissten Person in den sicheren Bereich vor dem Wohngebäude. Die zu vergleichenden Zeiten werden daher ab Beginn der Zeitnahme (Absitzen des Gruppenführers) bis zu dem Zeitpunkt, an dem sich die Person vor dem Haus befindet, gemessen.

Die Wiederholungseffekte der benutzten Methodik so hoch einzustufen, dass der Rettungszeit gar keine Gewichtung zukommt, wäre aufgrund der Wichtigkeit für die Güte der Menschenrettung unangebracht. Dennoch ist der Trainings- und Wiederholungseffekt vorhanden und zu groß um generelle Aussagen über Auswirkungen von Mannschaftsstärke auf die Rettungszeit zu treffen. Dies ist auch nicht Ziel der Taktikversuche gewesen.

Die Erstversorgung der geretteten Person, ebenso wie die Bereitstellung des dafür nötigen Sanitäts-Materials ist unverzichtbar und fließt mit in die Bewertung ein.



### **Maßnahmenkategorie Einsatzabwicklung**

Unter diesem Punkt fällt die eigentliche Arbeit der Feuerwehr nach der Menschenrettung. Der Aufbau einer externen Wasserversorgung und die Brandbekämpfung im Übungsobjekt gehören zur vollständigen Abarbeitung einer Lage dazu. Überdruckbelüftung und das Setzen des Rauchvorhangs sind essentiell um den Personen- und Sachschaden durch „Ausbreitung“ so gering wie möglich zu halten (Pulm, 2008).

### **Maßnahmenkategorie Kommunikation**

In dieser letzten Kategorie wird die Kommunikation an der Einsatzstelle erfasst. Dazu gehört als erstes eine Rückmeldung an die Leitstelle, damit diese die Lage vor Ort einschätzen und gegebenenfalls das Heranführen weiterer Einsatzkräfte vorschlagen kann. Auch erhalten dadurch nachrückende Kräfte ein Bild von der Lage. Eine regelmäßige Kommunikation mit dem Angriffstrupp dient der Information des Einsatzleiters vor Ort und der eigenen Sicherheit des Trupps. Insbesondere durch das Durchgeben der Vorgehensweise und Position kann eine rasche Hilfeleistung im Falle eines Atemschutznotfalles erfolgen. Durch die aktive Befragung vor Ort anwesender Anrufer können essentielle Informationen erfragt werden, welche zur Erkundung der Gesamtlage gehören und einen Einsatzablauf positiv beeinflussen können.

### **2.3.2 Graphische Darstellungen**

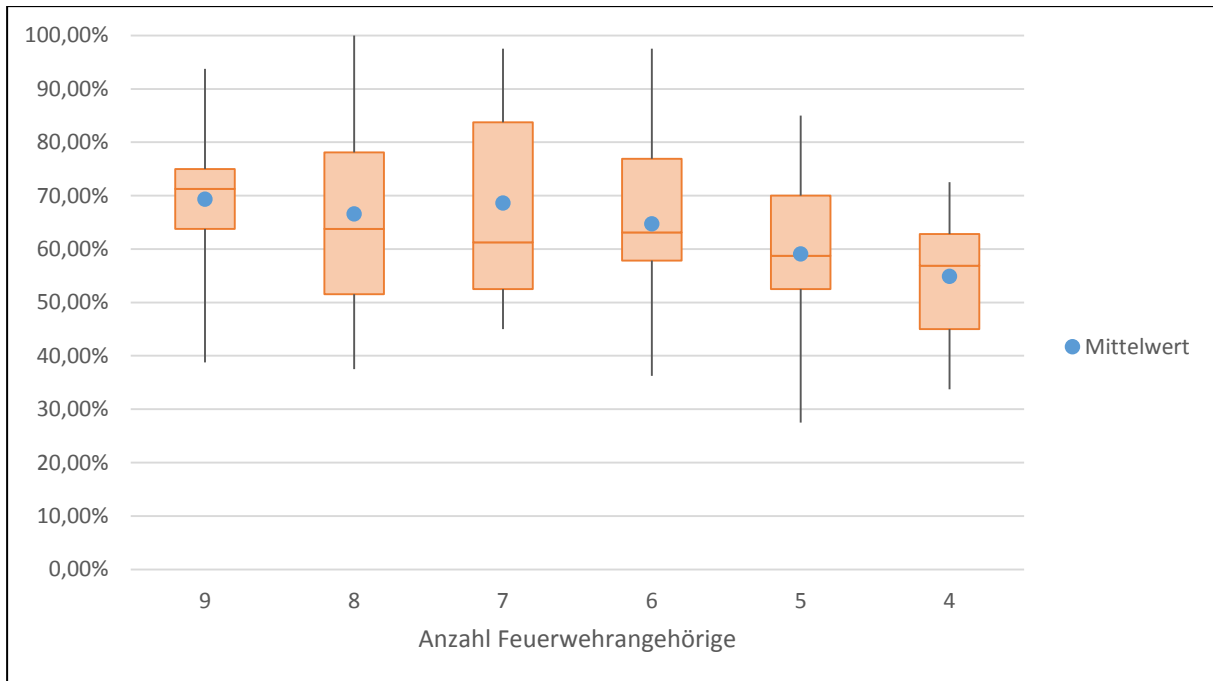
Die Feuerwehren 2, 4, 11 und 13 haben sich gegen eine Durchführung mit vier Feuerwehrangehörigen entschieden. Feuerwehr 11 rückte aufgrund eines Krankheitsfalles mit einer Person zu wenig an und konnte daher den Durchgang mit neun Feuerwehrangehörigen nicht starten. Feuerwehr 14 übersprang den Durchgang mit sieben Feuerwehrangehörigen.

Als Darstellungsweise wurde das Boxplot-Diagramm gewählt. Die Box entspricht dem Bereich in dem die mittleren 50% der Daten liegen. Sie wird also durch das obere und das untere Quartil begrenzt, und die Länge der Box entspricht dem Interquartilsabstand. Dieser ist ein Maß der Streuung der Daten, welches durch die Differenz des oberen und unteren Quartils bestimmt wird. Des Weiteren wird der Median als durchgehender Strich in der Box eingezeichnet. Dieser teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen jeweils 50 % der Daten liegen. Durch seine Lage innerhalb der Box bekommt man also einen Eindruck von der Schiefe der den Daten zugrunde liegenden Verteilung vermittelt (Wikipedia).

Sofern nicht extra angegeben sind alle Werte ohne den Grundlehrgang, da dieser als Referenz für die Ergebnisse dient.

### 2.3.2.1 Mittleres Versuchsergebnis

Die erfassten Daten lassen sich mit der abgesprochenen Gewichtung zu einem Versuchsergebnis je Durchgang und Feuerwehr zusammenfassen. Über die Gesamtheit der Feuerwehren gemittelt ergibt sich ein Durchschnittswert, der in folgender Grafik nach Anzahl der Feuerwehrangehörigen aufgetragen wurde.



**Diagramm 1 - durchschnittliches Versuchsergebnis nach Anzahl FA**

Bei Betrachtung des Mittelwerts fällt auf, dass ab sechs Feuerwehrangehörigen eine konstante Abnahme des Versuchsergebnisses eintritt, sich die Werte bis einschließlich sieben Feuerwehrangehörigen dagegen alle knapp unter 70% bewegen und keine großen Schwankungen aufweisen. Weiterhin fällt bei der Betrachtung der jeweiligen Minima und Maxima eine große Streuung auf. Die durchschnittliche Abweichung der unterschiedlichen Einheiten (bei gleicher Anzahl von Feuerwehrangehörigen) liegt bei 54%. Siehe auch Anhang 3, Diagramme 1 und 2.

### 2.3.2.2 Maßnahmenkategorie Eigensicherheit

Das mittlere Versuchsergebnis gibt einen guten Einblick über die Lösung des Einsatzszenarios im Gesamten. Da die besondere Intention hinter der Durchführung der Praxisversuche darin lag, zu beurteilen mit wie vielen Feuerwehrangehörigen in diesem bestimmten Szenario ein sicherer Erstangriff möglich ist, wurde die Maßnahmenkategorie „Eigensicherheit“ isoliert grafisch dargestellt. Zur Bewertung wurden hier die 41,25 Prozent, die die Kategorie in der Gesamtbewertungsmatrix einnimmt, als 100 Prozent angesehen.

Zu sehen sind (von oben nach unten) die Standardabweichung zum Maximalwert, das obere Quartil, der Median, das untere Quartil und die Standardabweichung zum Minimalwert.

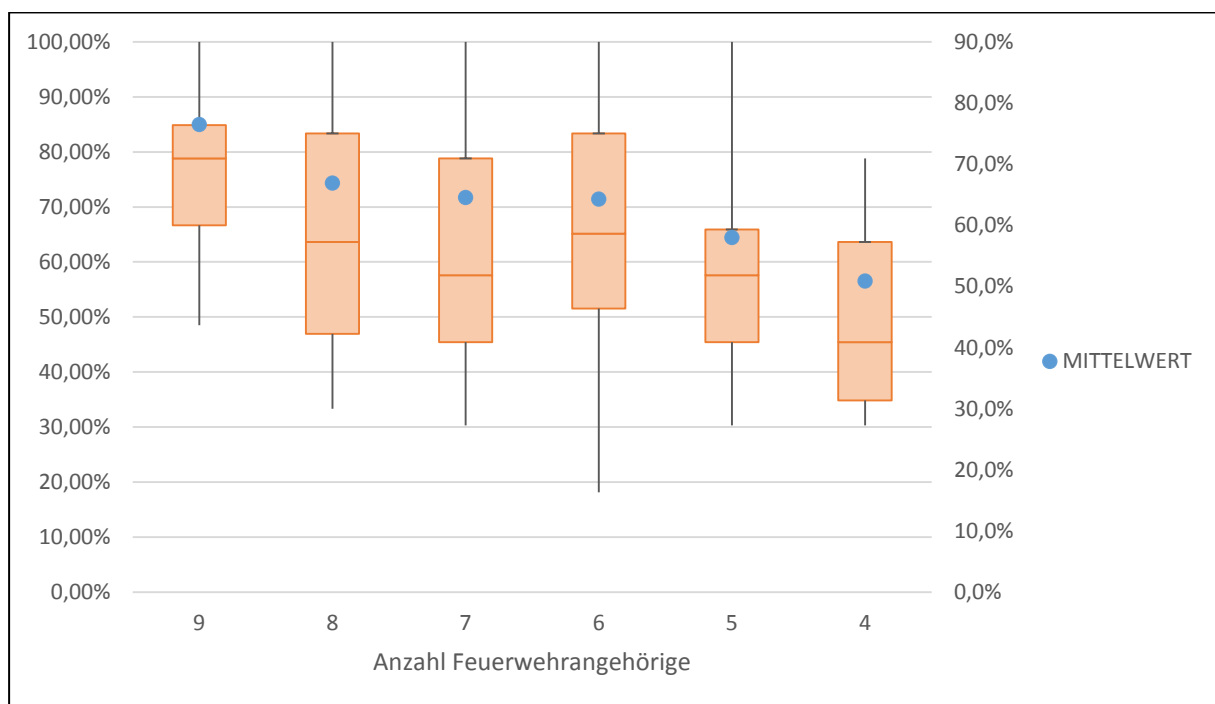


Diagramm 2 - Versuchsergebnis Eigensicherheit

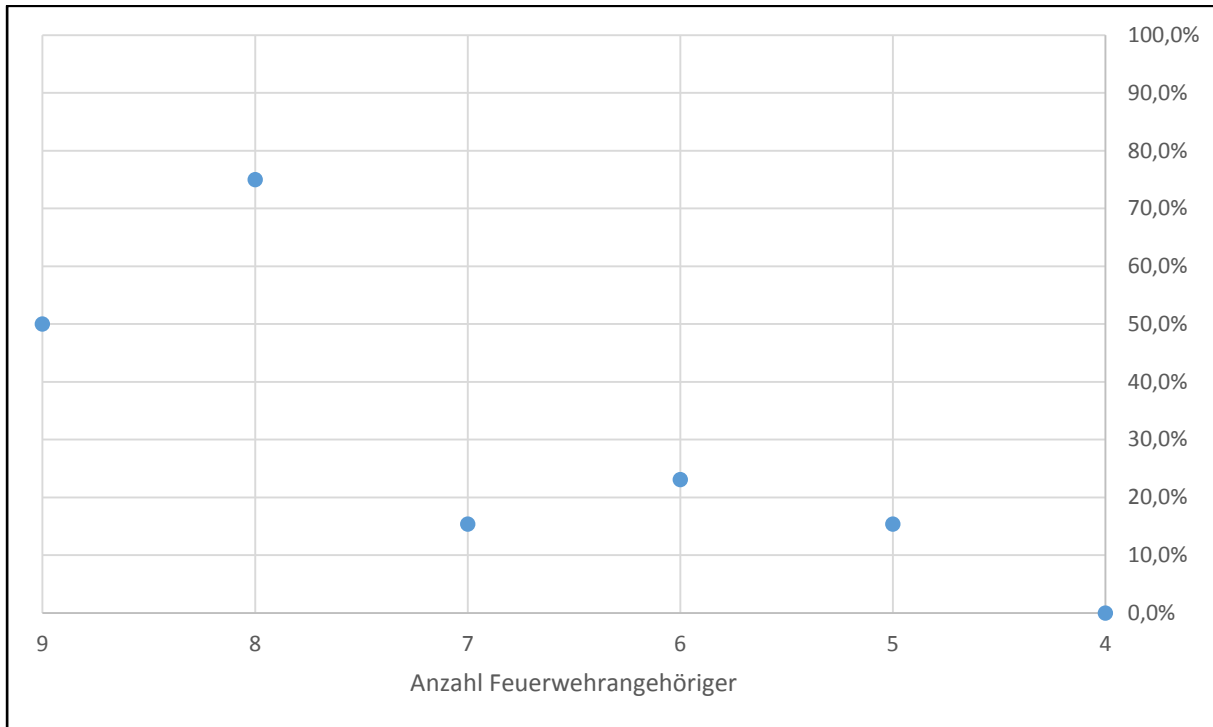
Der größte Median liegt bei neun Feuerwehrangehörigen und fällt bei acht Feuerwehrangehörigen. Ein Anstieg ist bei sechs Feuerwehrangehörigen erkennbar. Der niedrigste Median liegt bei vier Feuerwehrangehörigen. Deutlich zu erkennen ist der Unterschied zwischen Median und Mittelwert. Der Mittelwert liegt bei neun Mitgliedern am höchsten

In dieser Kategorie gehen größtenteils die Aspekte Stellung des Sicherheitstrupps, der Atemschutzüberwachung sowie der Aspekt des sicheren Arbeitens in die Bewertung ein. Die fachgerechte Stellung des Sicherheitstrupps geht zu 21,2% in das Ergebnis der Maßnahmenkategorie „Eigensicherheit“ ein. Eine fachgerechte Stellung des Sicherheitstrupps wurde nach aktuell gelten Feuerwehrdienstvorschriften (*Feuerwehr-Dienstvorschrift 7 - Atemschutz*, August 2004) dann als solche angesehen, wenn dieser bereits vollständig einsatzbereit war, wenn der Angriffstrupp an der Rauchgrenze seinen umluftunabhängigen Atemschutz angeschlossen hat und seinen Einsatzauftrag im verrauchten Bereich wahrnehmen wird. Die Rauchgrenze lag im ersten Obergeschoss. Die Zeitspanne, bis der Angriffstrupp seine Leitung soweit vorgenommen hat, ist dabei mehr als ausreichend zur Stellung eines Sicherheitstrupps. Es gab auch Einheiten, die mit vier FA einen Sicherheitstrupp - im Laufe des Einsatzes - gestellt haben, dies wurde nach dieser Regelung nicht gewertet.

**Tabelle 2 - Stellung des SiTr**

Anzahl	Mittelwert ohne Fw 14
9	50,0%
8	75,0%
7	15,4%
6	23,1%
5	15,4%
4	0,0%

Da im Laufe der Praxisversuche und bei der Auswertung aufgefallen ist, dass insbesondere bei der Durchführung einer fachgerechten Gestellung des Sicherheitstrupps Mängel aufgetreten sind wurde der Aspekt „Sicherheitstrupp“ noch einmal grafisch ausgewertet.



**Diagramm 3 - Stellung des SiTr nach Anzahl FA**

Es fällt auf, dass mit einer Personalstärke, die der der Gruppenstärke (1:8) entspricht oder daran angrenzt (8 FA) noch mindestens die Hälfte der teilnehmenden Einheiten einen Sicherheitstrupp fachgerecht stellen, während bei sieben und fünf Feuerwehrangehörigen nur noch von zwei Einheiten und bei sechs Feuerwehrangehörigen von drei Einheiten ein Sicherheitstrupp gestellt wurde. Dass der Sicherheitstrupp nicht gewertet wurde, lag oft nicht daran, dass dieser nicht vorhanden war, sondern daran, dass dieser deutlich nicht einsatzbereit war oder nicht ebenso wie der Angriffstrupp ausgestattet war, als ein Trupp in die Wohnung vorgegangen ist.

Die Atemschutzüberwachung wurde unabhängig von der Anzahl an übenden Teilnehmern nur unregelmäßig durchgeführt.

### 2.3.2.3 Maßnahmenkategorie Menschenrettung

Da die Kernaufgabe der Feuerwehr die Menschenrettung ist, der Fokus bei der Betrachtung der Aufgaben der Feuerwehr oftmals nur auf diesem Punkt liegt, erfolgt hier eine genauere Betrachtung.

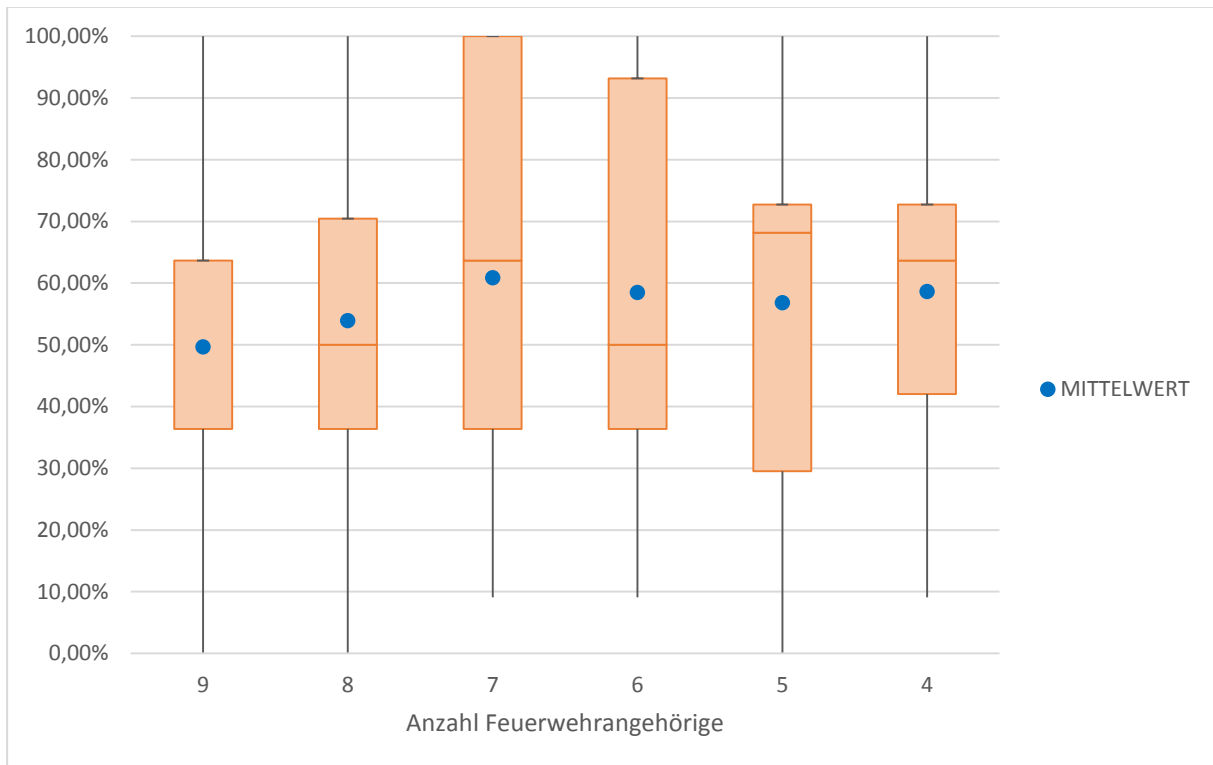


Diagramm 4 - Menschenrettung nach Anzahl der FA

Auch hier zeigt sich, dass ein eindeutiger Trend nicht erkennbar ist. Es ist ersichtlich, dass, unabhängig von der Personalstärke, die Menschenrettung nur sehr unregelmäßig erfolgreich durchgeführt wurde. Die besten Werte werden dabei bei sieben beziehungsweise sechs Feuerwehrangehörigen erreicht. Die Werte der Gruppe sind schlechter als die Werte bei vier Feuerwehrangehörigen.

### 2.3.2.4 Maßnahmenkategorie Einsatzabwicklung

Der deutliche Einschnitt in der Einsatzabwicklung zwischen sechs und fünf Feuerwehrangehörigen erfordert eine gesonderte Betrachtung. Die Einsatzabwicklung umfasst die klassischen Bereiche wie die eigentliche Brandbekämpfung oder den Aufbau einer externen Wasserversorgung zum Einsatzfahrzeug ebenso wie die Verhinderung der Schadensausbreitung mittels Rauchvorhang oder den Einsatz der Überdruckbelüftung.

Der Einbruch des Ergebnisses ab einer Personalstärke unter sechs Feuerwehrangehörigen lässt sich in der grafischen Auswertung gut nachvollziehen. Die Abwicklung der originären Aufgaben nach der Menschenrettung geht offensichtlich zurück.

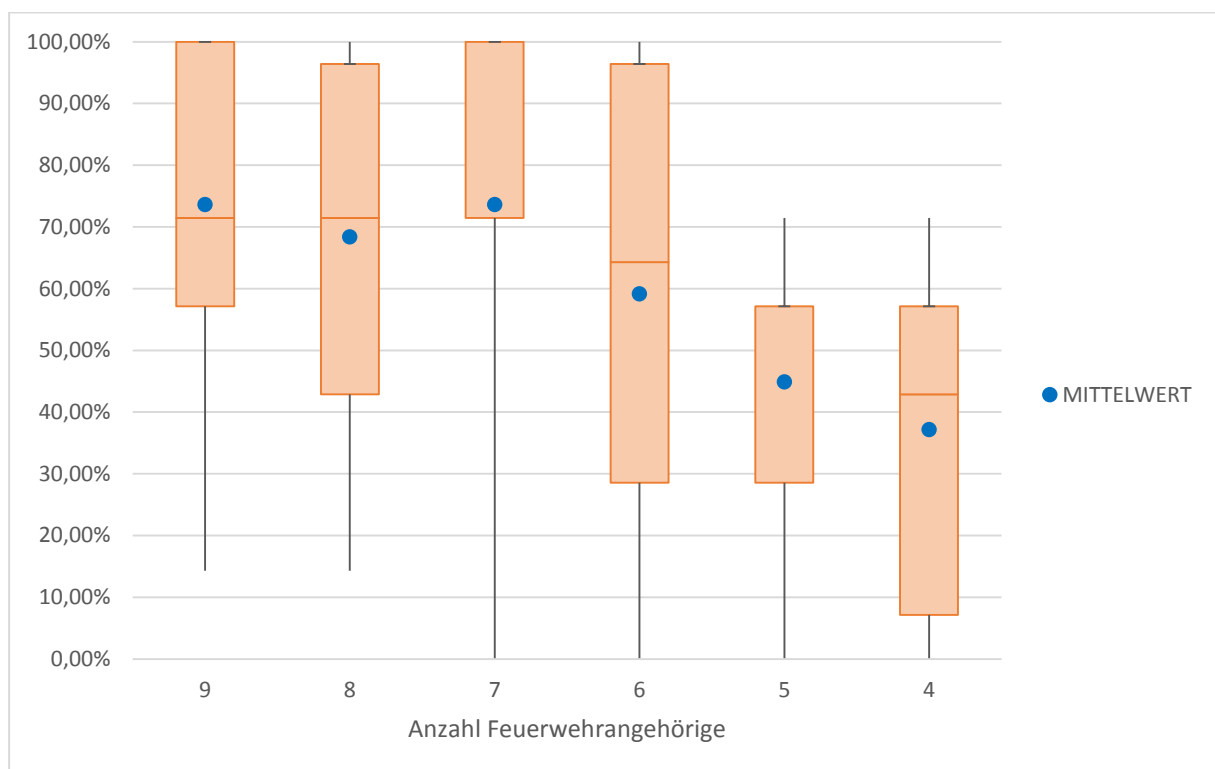


Diagramm 5 - Maßnahmenkategorie Einsatzabwicklung



### 2.3.2.5 Maßnahmenkategorie Kommunikation

Es gibt kaum große Schwankungen. Die Abweichungen sind nur bei Staffel und Gruppe sehr gering.

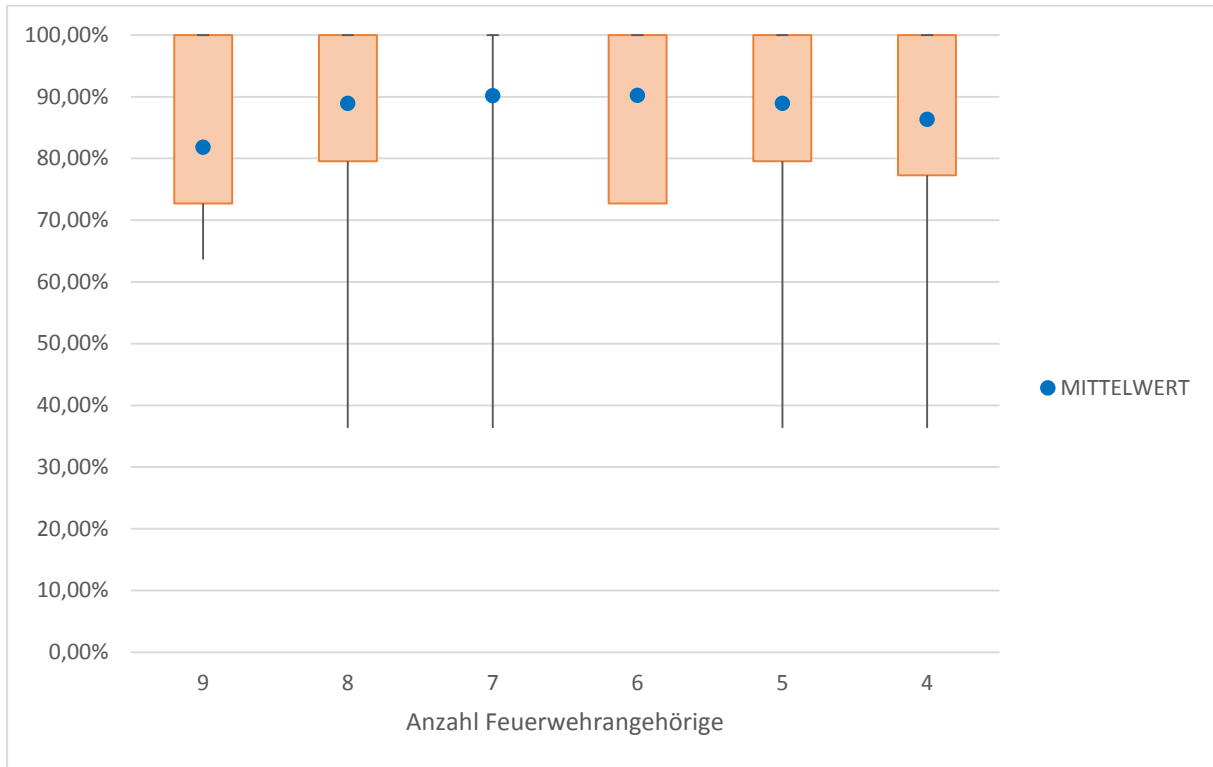


Diagramm 6 - Maßnahmenkategorie Kommunikation

### 2.3.2.6 Weitere personalabhängige Maßnahmen

Die in der Bewertungsmatrix erfassten Maßnahmen sind auf besondere Personalabhängigkeit hin untersucht worden. Bei der Gegenüberstellung der prozentualen Erfüllung der Maßnahmen für neun (Gruppe), sechs (Staffel) und vier (minimale Stärke, in der die Versuche durchgeführt wurden) Feuerwehrangehörige fiel auf, dass insbesondere in den Kriterien Sicherheitstrupp, Erstversorgung der Person, Brandbekämpfung, Überdruckbelüftung sowie einer vollständigen Lageerkundung und Einrichtung einer externen Wasserversorgung große Differenzen herrschen (Bericht BUW, Anhang 3, Diagramm 5)

Um die Abnahme der Erfüllung dieser Kriterien im Verlauf über die Übungsdurchgänge aufzuzeigen, wurden diese in einem Diagramm dargestellt.

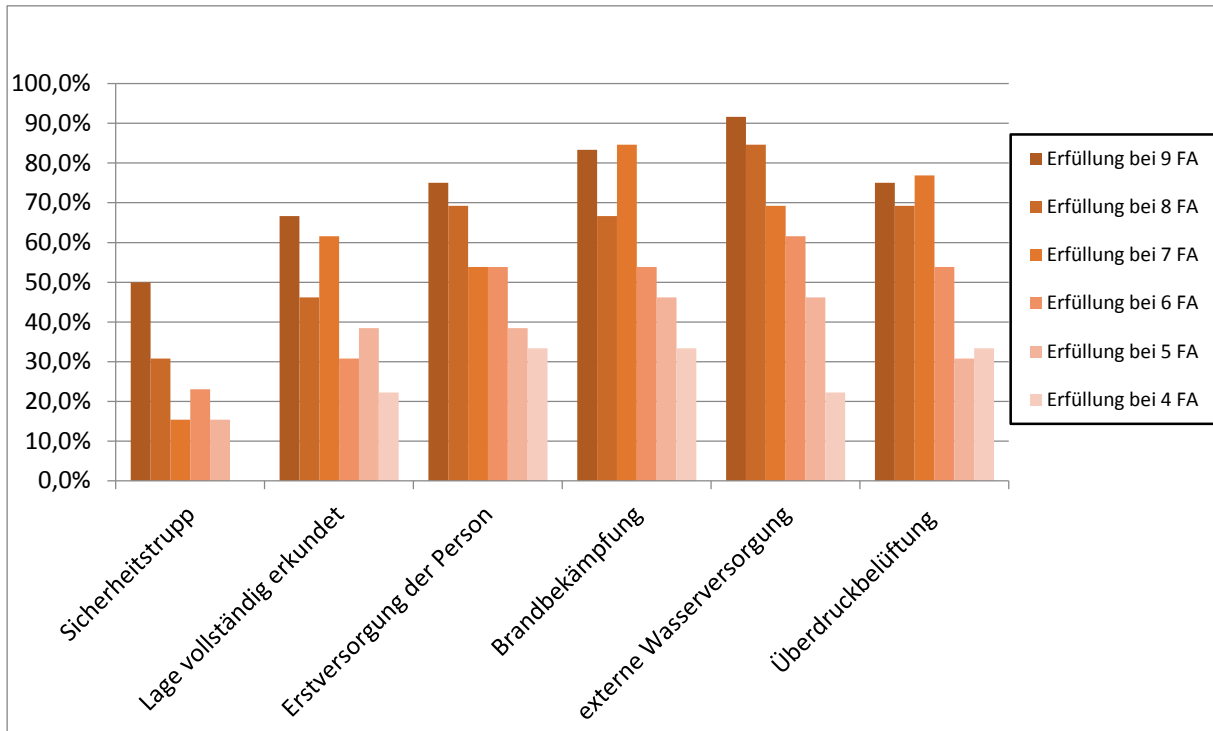


Diagramm 7 - personalabhängige Maßnahmen

## **2.4 Auswertung**

Die Interpretation der Ergebnisse in Abgleich mit den Erfahrungswerten der Feuerwehren, der Versuchsbeobachter und der Übungsleiter des IdF NRW ergeben die direkten Erkenntnisse der Taktikversuche. Zusätzlich wurde ein Workshop mit allen Beteiligten abgehalten um die Erfahrungen zu dokumentieren und die subjektiven Eindrücke der Beobachter zu validieren.

### **2.4.1 Workshop mit den beteiligten Feuerwehren**

Im Rückblick auf die beendeten Übungsdurchläufe und nach Vorlage der ersten Ergebnisse wurden alle beteiligten Feuerwehren zu einem Workshop an der Bergischen Universität Wuppertal eingeladen.

Ziel des Workshops war es, die Erfahrungen der beteiligten Feuerwehren zu dokumentieren und die Eindrücke der Beobachter darzustellen, diese gegebenenfalls zu widerlegen oder zu untermauern.

Im ersten Teil wurden allen Teilnehmern die ersten Erkenntnisse und mögliche Interpretationen vorgestellt. Im zweiten Teil wurden zwei Gruppen gebildet und die Rückmeldungen und Erfahrungen der Teilnehmer diskutiert und sofort auf den Tafeln niedergeschrieben.

Die Ergebnisse des Workshops wurden fotografisch dokumentiert und werden im Bericht der Universität detailliert wiedergegeben.

## 2.4.2 Erkenntnisse

Es hat sich gezeigt, dass die Betrachtung eines einzelnen Faktors wie beispielsweise die „Zeit zur Einsatzbewältigung“ oder „Anzahl der Feuerwehrangehörigen im Erstangriff“ nicht alleine für den Erfolg oder Misserfolg einer Einsatzabwicklung verantwortlich sind. Es ist eine Kombination von Faktoren, die sogar vor dem Eintreten eines Einsatzes und unabhängig vom Einsatzszenario deutlichen Einfluss haben. Eine reine zeitliche Betrachtung ohne Berücksichtigung der Sicherheit der Einsatzkräfte scheidet aufgrund des hohen Risikos bei Feuerwehreinsätzen grundsätzlich aus.

Generell zeigt sich, dass die Feuerwehrangehörigen in hohem Maße bereit sind, Engagement für die Feuerwehr und die Hilfe am Nächsten über das normale Maß hinaus zu erbringen. Das bedeutet, dass die hier übenden Feuerwehren bereit waren, sich zusätzlich über das normale Maß hinaus zu engagieren und bewerten zu lassen. Die hier auftretenden Ergebnisse stellen also ein realistisches Bild von den Fähigkeiten der Feuerwehr im Land dar.

- Gesamtdarstellung der Versuchsergebnisse

Bei der Betrachtung des Medians in Diagramm 1 ist erkennbar, dass dieser mit Abnahme der Anzahl auch zurückgeht. Es bedeutet, je weniger Personal, desto niedriger das Versuchsergebnis. Bei der Darstellung des etwas ungenaueren Mittelwertes ist das noch deutlicher sichtbar.

Betrachtet man die Werte der Feuerwehren insgesamt erkennt man die Streuung der Versuchsergebnisse, was auf deutliche Qualitätsunterschiede der einzelnen Feuerwehren hinweist. Es gibt demnach nicht „die Feuerwehr“, sondern ein buntes Konglomerat mit großen Unterschieden die Faktoren Eigensicherheit, Menschenrettung, Einsatzabwicklung und Kommunikation betreffend.

- Maßnahmenkategorie Eigensicherheit

Bei weniger als sechs Feuerwehrangehörigen geht der Faktor Eigensicherheit deutlich zurück (Anhang 3, Diagramm 3). Eine Steigerung der Unfallgefahr ist anzunehmen. Daher ist es nicht ratsam, mit weniger als einer Staffel zu einem Brandeinsatz auszurücken.

Das Stellen des Sicherheitstrupps wurde unabhängig von der Mannschaftsstärke in den meisten Fällen nicht mit dem Angriffstrupp gestellt. Wenn er gestellt wurde, wurden die üblichen Vorgaben eingehalten.

- Maßnahmenkategorie Menschenrettung

Die Menschenrettung wird sehr inhomogen durchgeführt. Das ist besorgniserregend, da dies ja eigentlich die Kernaufgabe der Feuerwehr ist. Weder sind neun Feuerwehrangehörige besser oder schlechter als vier Feuerwehrangehörige. Die Gruppe ist hier keinesfalls das Maß der Dinge. Die besten Werte lassen sich noch gerade so bei sieben und sechs Feuerwehrangehörigen erkennen.

- Maßnahmenkategorie Einsatzabwicklung

Ab einer Personalstärke von unter einer Staffel (sechs FA) leidet der Erfolg der Einsatzabwicklung mehr als deutlich. Es ist daher nicht zu empfehlen, ein Einsatzfahrzeug mit weniger als einer Staffel zu besetzen.

- Maßnahmenkategorie Kommunikation

Die Kommunikation funktioniert konstant gut, unabhängig von der Personalstärke. Die Schwankung ist außerhalb der Staffel und der Gruppe gleich groß. Daraus lässt sich schließen, dass die Gruppe und die Staffel in der Kommunikation routiniert sind. Wird davon abgewichen, ergibt es Unsicherheiten und damit Schwankungen.

Die Erfüllung personalabhängiger Kriterien ist bei sieben Feuerwehrangehörigen in fünf von sechs Fällen besser oder zumindest gleich der Staffel.

- Vergleich Gruppe – Staffel

Die Gruppe ist bei elf von vierzehn Durchgängen langsamer als die Staffel (Anhang 3, Diagramm 10). Bei drei Durchgängen ist die Staffel deutlich langsamer. Die Feuerwehr 8 war in umgekehrter Reihenfolge gestartet, um den Übungseffekt darzustellen. Die beiden anderen Feuerwehren starteten wie sonst auch üblich mit der Gruppe. Es ist unklar, warum die beiden anderen Feuerwehren ebenso mit der Staffel langsamer sind als die Gruppe.

Die Schnelligkeit der Staffel lässt sich damit begründen, dass mehrere Aufgaben auf verschiedene Funktionen verteilt wurden. Ein stures Schema „F“ konnte nicht mehr angewendet werden. Dies war bei den Übungen in Gruppenstärke oft zu beobachten, dass jede Funktion stur nur ihre Aufgabe gemäß FwDV 3 durchführte. Improvisation oder spontanes Einspringen bei erkannten Fehlern fand hier nicht statt.

Der subjektive Eindruck der Übungsteilnehmer entspricht auch dieser Erkenntnis.

Abseits von dem ursprünglichen Forschungsziel wurden weitere Erkenntnisse in der praktischen Übungsdurchführung gewonnen, die mit dem eigentlichen Forschungsvorhaben nicht in direktem Bezug stehen aber durchaus Einfluss auf den Erfolg der Einsatzübung und die Arbeit der Feuerwehrangehörigen hatten.

- Deutliche Qualitätsunterschiede bei der Übungsabwicklung

Je nach übender Feuerwehr ergaben sich deutliche Abweichungen bei der Effektivität und Qualität der Übungsabwicklung. Von Ergebnissen unter 40% bis 100% der Versuche ist die Bandbreite enorm. Diagramm 1 zeigt die Streuung der Messwerte als Boxplot, im Anhang 3, in Diagramm 2 ist die Streuung grafisch deutlich erkennbar. Da sich für die Versuche nur engagierte Feuerwehren freiwillig gemeldet haben, scheidet ein Motivationsmangel als Grund für solche Abweichungen aus. Mangelnde Routine oder Unsicherheiten in der Handhabung der Gerätschaften sind wahrscheinlicher.

- Selbstüberschätzung der Einsatzkräfte

Bei einer Feuerwehr waren die Arbeitsabläufe bereits bei einer Personalstärke einer Staffel schon dermaßen risikobehaftet, dass von dem Durchgang mit einer Mannschaftstärke von vier Feuerwehrangehörigen dringendst abgeraten werden musste. Eine Gefährdung der Übungsteilnehmer und Beobachter konnte nur so verhindert werden.

- Rückmeldung der Ausbilder des IdF NRW in der Übungshalle

Sämtliche Ausbilder zeigten sich erfreut, endlich eine homogene Gruppe aus einer Feuerwehr üben lassen zu können. Es seien hier der Ausbildungsstand und die Vorgehensweise unter Stress wesentlich besser erkennbar als bei den sonstigen Übungsdurchgängen bei Lehrgängen. Hier würden nur sehr bunt

gemischte Gruppen auflaufen, die gleichzeitig durch andere Motive angetrieben würden.

- Fehlende reale Übungsmöglichkeiten.

Mehrere beteiligte Feuerwehren zeigten sich erfreut, endlich „mit Wasser am Rohr“ in einem Gebäude üben zu können. Das wäre am eigenen Feuerwehrstandort viel zu selten möglich. Der Bedarf an realistischen Übungsmöglichkeiten sei hoch und sehr wichtig für eine routinierte Einsatzabwicklung. Diese Rückmeldung erhielten die Beobachter mehrmals bereits in den laufenden Übungsdurchläufen.

- Schlechtere Übungsergebnisse bei nicht aufeinander abgestimmten Personal.

Setzte sich die Mannschaft aus verschiedenen Löscheinheiten einer Stadt zusammen, gab es eine deutliche Verschlechterung der Versuchsergebnisse. Die einzelnen Kameraden hatten zum Teil sehr unterschiedliche Wissensstände und konnten diese unter Zeitdruck nicht miteinander kombinieren.

- Stresslevel abhängig von der Mannschaftsstärke

Die Rückmeldungen der übenden Feuerwehren direkt nach den Übungsdurchläufen und im Workshop zeigen, dass das Stresslevel für Führungskräfte und Mannschaft umgekehrt proportional zur Mannschaftsstärke ansteigt. Je weniger Personal, desto größer der Stress und damit desto größer die Risikobereitschaft und die Unfallgefahr.

- Führungskompetenz von Führungskräften elementar

Von der Führungskompetenz der anwesenden Führungskräfte hing ein wesentlicher Teil des Übungserfolgs und der Übungsdurchführung im weiteren Sinn ab. Bei hoher Kompetenz liefen die Einsätze flüssig und sicher ab und konnten auftretende Defizite abgefangen werden. Der Wechsel zwischen den einzelnen Übungsdurchgängen ging zügig und ohne Zeitverlust einher. Das konnte anhand des Freitextes in den Bewertungsbögen und der Rückmeldungen der Beobachter nachvollzogen werden.

## 2.5 Schlussfolgerung

Mit den Taktikversuchen sollte der Einfluss der Mannschaftsstärke der ersteintreffenden Einheit bei einem Einsatz mit Menschenrettung auf die sichere Einsatzabwicklung ermittelt werden. Dabei spielte die Ausrücke- und Anfahrtszeit ebenso wenig eine Rolle wie der Zeitpunkt des Eintreffens und die Stärke der zeitgleich alarmierten Einheiten. Damit sollen durch die Taktikversuche explizit keine Aussagen zur örtlichen Brandschutzbedarfsplanung gemacht werden. Es müssen alle Thesen und Aussagen im Zusammenhang betrachtet werden. Das Herausgreifen einzelner Thesen kann zu einseitigen Fehlinterpretationen führen. Folgende Schlussfolgerungen ergeben sich aus den Ergebnissen und der Auswertung:

- Sichere Erstmaßnahmen zur Menschenrettung sind mit mindestens einer Staffel möglich. Um sicher zu agieren, muss die Staffel aus einer Führungskraft (Mindest-Qualifikation Gruppenführer) sowie einem Maschinisten und vier Atemschutzgeräteträgern (Qualifikation TF / TM) bestehen. Die Staffel soll geschlossen auf **einem** Fahrzeug am Einsatzort eintreffen. Es müssen sich weitere Einsatzkräfte und –fahrzeuge (Rest-LZ gem. AAO) auf Anfahrt befinden.
- Eine Staffel arbeitet agiler - eine Gruppe arbeitet sicherer für Einsatzkräfte und Bevölkerung. Um beide Vorteile miteinander zu verknüpfen, sollte die Staffel zügig zeitversetzt um selbstständigen Trupp ergänzt werden. Denn jede Einsatzkraft mehr bedeutet einen Zugewinn an Sicherheit.
- Eine gemeinschaftlich gut trainierte Einheit erzeugt sichere und zügige Einsatzabwicklung. Wenn viele Einsatzkräfte unkoordiniert an der Einsatzstelle arbeiten, erzeugt dies mehr Gefahrenquellen als Sicherheit für alle eingesetzten Kräfte. Daher ist nicht die Anzahl der Köpfe entscheidend, sondern die gute und einheitliche Ausbildung. Nur dann können an der Einsatzstelle zusammengesetzte Einheiten sicher und zügig arbeiten.
- Der Einheitsführer muss seine Einheit führen. Auch Führungskräfte benötigen eine Qualifizierung und regelmäßig Fortbildung zum Führen unterschiedlicher Mannschaftsstärken (bei Gruppenführern beispielsweise Staffel, Staffel



---

zeitversetzt ergänzt mit einem selbständigen Trupp, Gruppe und Gruppe ergänzt um einen selbständigen Trupp). Neben der feuerwehrtechnischen Qualifikation ist eine Führungsqualifikation anzustreben.

- Vor Ort sollen reale Übungsmöglichkeiten geschaffen werden, um die oben genannten Punkte zu ermöglichen. Die Ausbildung muss mit „Wasser am Rohr“ im Maßstab 1:1 ermöglicht werden - realistisch aber kalt. Zusätzlich ist eine Heiß- / Realbrandausbildung zum Erreichen der beschriebenen Ziele unumgänglich. Die Übungsmöglichkeiten sollten dezentral im Land verteilt sind und professionell betreut werden. Im ersten Schritt kann eine Übersicht samt Bedienung der vorhandenen Anlagen erstellt werden.

## **Bilderverzeichnis**

Bild 1 - Einordnung der Taktikversuche .....	2
Bild 2 - zeitlicher Ablauf nach AGBF.....	3
Bild 3 - Darstellung der Mannschaftsaufteilung .....	5
Bild 4 - Übungsobjekt mit Fahrzeugpositionierung .....	6
Bild 5 - Wohnungsplan und Übungslage .....	7
Bild 6 - Übungspuppe auf der Sitzecke .....	8
Bild 7 - Übungspuppe auf dem Sofa.....	8

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 - Beispiel einer ausgefüllten Bewertungsmatrix .....	12
Tabelle 2 - Stellung des SiTr .....	18

## Literatur

AG DER LEITER DER BERUFSFEUERWEHREN IN DER BRD, 16. Sep. 1998.  
*Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten.*

AUSSCHUSS FEUERWEHRANGELEGENHEITEN, KATASTROPHENSCHUTZ  
UND ZIVILE VERTEIDIGUNG, August 2004. *Feuerwehr-Dienstvorschrift 7 -  
Atemschutz. FwDV 7.*

AUSSCHUSS FEUERWEHRANGELEGENHEITEN, KATASTROPHENSCHUTZ  
UND ZIVILE VERTEIDIGUNG, Februar 2008. *Feuerwehr-Dienstvorschrift 3 -  
Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz. FwDV 3.*

HFUK UND FUK MITTE, 2016. *Tödlicher Atemschutzeinsatz. Ergebnisse der  
Unfalluntersuchung durch die HFUK Nord.*

PULM, M., 2008. *Falsche Taktik - große Schäden.* 6., überarb. und erw. Aufl.  
Stuttgart: Kohlhammer. ISBN 3170204408.

THOMAS LINDEMANN, Mai 2010. *Die Erkundungs- und Entwicklungszeit beim  
„kritischen Wohnungsbrand“.* Bachelorthesis. Köln.

WIKIPEDIA. *Boxplot* [online] [Zugriff am: 14. September 2016]. Verfügbar unter:  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Boxplot>

## **Anhänge**