

„O.R.B.I.T. 2010“

Aktuelle Erkenntnisse zu medizinischen und rettungstechnischen Grundlagen der Planung im Feuerwehrwesen

Guido Kaiser

Universitätsmedizin Göttingen, Giftinformationszentrum-Nord der Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (GIZ-Nord), 37099 Göttingen, gkaiser@giz-nord.de

Hintergrund

Die Feuerwehrbedarfsplanung in Deutschland basiert zu einem wesentlichen Teil auf Überlegungen zur Rettung schwer verletzter Menschen bei Bränden, insbesondere bei einem sogenannten „kritischen Wohnungsbrand“¹. Hierbei werden Daten und Modelle herangezogen, die einem Teilkapitel der breit angelegten O.R.B.I.T.-Studie über die Grundlagen des deutschen Brandschutzwesens im Jahr 1976 entstammen.

Diese Untersuchung – durchgeführt durch das Entwicklungszentrum der Ferdinand Porsche AG unter Mitarbeit der WIBERA Wirtschaftsberatung AG im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie – hatte zum Ziel, ein umfassendes neues Konzept für den Fahrzeugpark der Feuerwehren zu entwickeln². Der über 1000 Seiten umfassende Projektbericht³ enthält eine ausführliche Ist-Stand-Analyse des Einsatzspektrums der deutschen Feuerwehren, die auf einer retrospektiven⁴ und einer prospektiven⁵ Erhebung der Einsätze ausgewählter Feuerwehren beruht.

Das als Ergebnis des Forschungsprojektes vorgeschlagene modulare Fahrzeugkonzept wurde letztendlich nicht umgesetzt, die umfangreichen Daten der Ist-Stand-Analyse bildeten jedoch in der Folgezeit eine wichtige Grundlage für Planungen im deutschen Feuerwehrwesen.

Dies gilt in besonderem Maße für ein Kapitel über den Verlust an Menschenleben bei Bränden⁶, dem in wesentlichen Teilen die Ergebnisse

¹ Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland 1998

² Das „Feuerwehrsystem O.R.B.I.T.“ bezeichnet ein „System zur optimierten Rettung und Brandbekämpfung mit integrierter technischer Hilfeleistung“

³ *Beyerle 1978*

⁴ Einsätze des Jahres 1976 von 58 Berufs- und 10 Freiwilligen Feuerwehren (*Beyerle 1978* Bd. 2 S. 103f.)

⁵ Einsätze der Monate April und Mai 1977 von 23 Berufs- und 10 Freiwilligen Feuerwehren (*Beyerle 1978* Bd. 2 S. 103f.)

⁶ *Beyerle 1978* Bd. 2 S. 177-183

einer medizinischen Untersuchung von 65 Brandtodesfällen, die durch die Anästhesiologische Klinik der Universität Würzburg durchgeführt wurde, zugrunde liegen.

Die einschlägigen Befunde der ORBIT-Autoren zum Themenkomplex „Rettung und Verlust von Menschenleben bei Bränden“ sind im Folgenden in Thesenform zusammengefasst:

1. 44% aller Feuerwehreinsätze werden durch die Berufsfeuerwehren absolviert⁷
2. Ein „kritischer Wohnungsbrand“ ist pro 100.000 Einwohner einmal jährlich zu erwarten.⁸
3. In der Bundesrepublik Deutschland⁹ sterben 1020 Menschen jährlich bei Bränden¹⁰ (Inzidenz: 16,7 pro Million Einwohner und Jahr). 34% dieser Todesfälle ereignen sich im Schutzbereich der Berufsfeuerwehren.¹¹
4. 3540 Personen jährlich werden „unter Löschangriff befreit“ (58,1 pro Million Einwohner; 34% im Schutzbereich der Berufsfeuerwehren).¹¹
5. Etwa 50% der Todesopfer (n=350) sind primär tot, die übrigen 50% versterben trotz eingeleiteter Rettungsmaßnahmen während des Einsatzes oder in der Klinik.¹²
6. In 7,25% der untersuchten Todesfälle (n=65) sind Reanimationsversuche unternommen worden.¹⁴
7. 36% der Brandtoten sind älter als 60 Jahre, 15% jünger als 20 Jahre.¹³
8. Todesursache ist in 90% aller Fälle eine Rauchvergiftung, in 10% ein Verbrennungstrauma.¹⁴
9. Für den tödlichen Ausgang einer Rauchvergiftung ist allein die Exposition gegenüber Kohlenstoffmonoxid (CO) ursächlich¹⁵.
10. Anhand des Konzentrationsverlaufs von CO bei einem „kritischen Wohnungsbrand“ kann die zu erwartende Schädigung von Menschen unter Anwendung toxikologischer Modelle bestimmt werden¹⁷ (siehe Abbildung 1).

⁷ Beyerle 1978 Bd. 2 S. 81

⁸ Beyerle 1978 Bd. 1 S. 43

⁹ 1976/77: ca. 61 Millionen Einwohner

¹⁰ durch Hochrechnung aus der Stichprobe⁴ ermittelt

¹¹ Beyerle 1978 Bd. 2 S. 180

¹² Beyerle 1978 Bd. 2 S. 177

¹³ Beyerle 1978 Bd. 2 S. 183

¹⁴ ermittelt in der Würzburger Untersuchung (Beyerle 1978 Bd. 2 S. 181)

¹⁵ Beyerle 1978 Bd. 2 S. 181f.

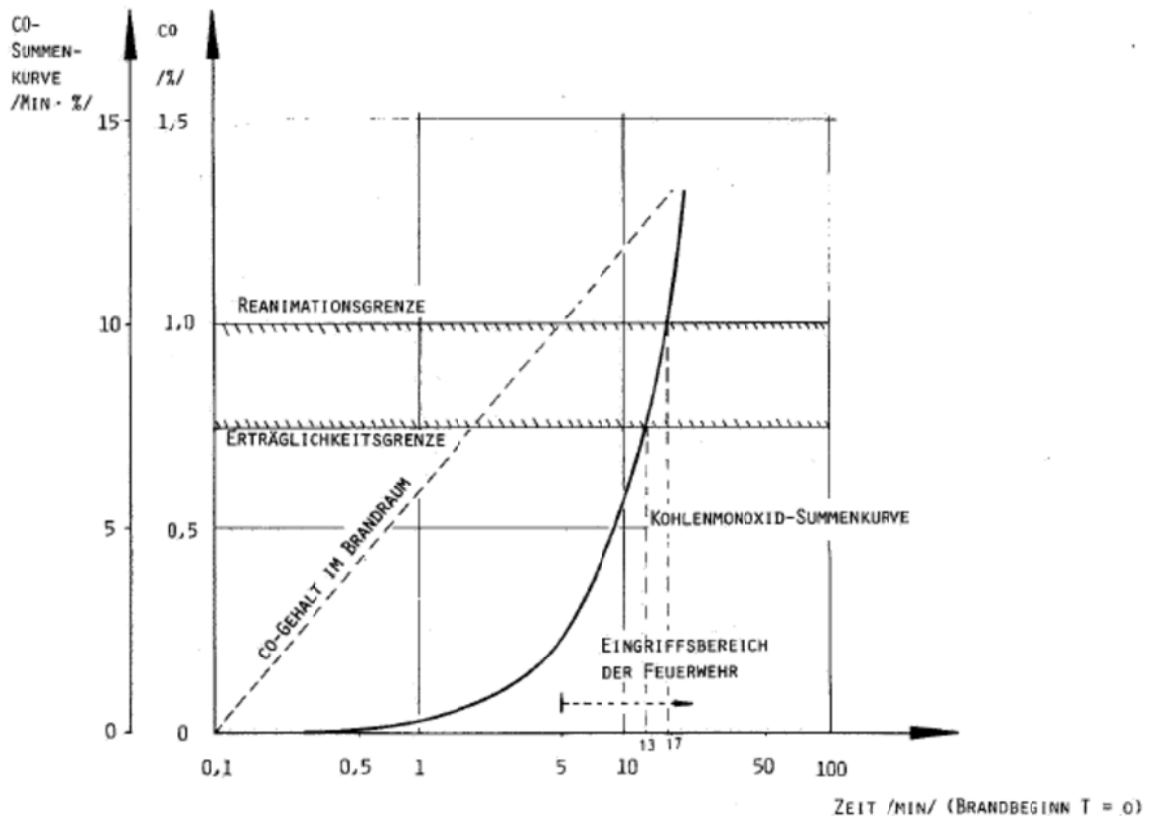


Abbildung 1: Bild 3 aus dem Kapitel 3.5.6.13 der O.R.B.I.T.-Studie¹⁶

11. Im Mittel wird 13 Minuten nach Brandentstehung die „Reanimationsgrenze“¹⁷ erreicht.¹⁸
12. Im Mittel wird 17 Minuten nach Brandentstehung die „Überlebensgrenze“¹⁹ erreicht.¹⁷
13. Der Zeit-/Sachschaden-Zusammenhang weist keinen so ausgeprägten Sprung auf wie die „Reanimationsgrenze“ im Zeit-/Personenschaden-Zusammenhang.²⁰
14. Die Anmarschdauer der Feuerwehr beträgt im Mittel aller Einsätze 5,8 Minuten (Median 4,5 Minuten)²¹

¹⁶ Beyerle 1978 Bd. 2 S. 181

¹⁷ an anderer Stelle (Abbildung 1 und Beyerle 1978 Bd. 1 S. 22 Bild 915) als „Erträglichkeitsgrenze“ bezeichnet; mutmaßlich der Zeitpunkt des Eintritts eines Atem- bzw. Kreislaufstillstandes

¹⁸ Beyerle 1978 Bd. 1 S. 23 und Bd. 2 S. 182

¹⁹ an anderer Stelle (Abbildung 1 und Beyerle 1978 Bd. 1 S. 22 Bild 915) als „Reanimationsgrenze“ bezeichnet; mutmaßlich der Zeitpunkt des (irreversiblen) Todeseintritts

²⁰ Beyerle 1978 Bd. 1 S. 30

²¹ Beyerle 1978 Bd. 2 S. 156

Fragestellung

An der Universität Göttingen wird im Rahmen einer Studie zur Behandlung schwerer Brandrauchvergiftungen unter anderem untersucht, inwieweit die in der O.R.B.I.T.-Studie gemachten theoretisch-toxikologischen Annahmen empirisch verifizierbar sind und ob die zu Grunde liegenden empirischen Befunde aus den 1970er Jahren bis heute fortgelten.

Methoden

Die ausführliche amtliche Todesursachenstatistik für Deutschland²² wurde auf Einträge zu Todesfällen bei Bränden untersucht.

Nach positivem Votum der Ethikkommission wurden ab Januar 2009 im Rahmen einer prospektiven Beobachtungsstudie Todesfälle und schwere Verletzungen bei Bränden mit analytisch-toxikologischen und epidemiologischen Methoden untersucht.²³

Ergänzend wurden täglich alle über den Suchmaschinendienst „Google News Deutschland“ erreichbaren Berichte über Todesfälle und Schwerverletzte bei Bränden ausgewertet²⁴. Insbesondere wurden die Fälle anhand der vorhandenen Situationsbeschreibungen einer von acht Kategorien zugeordnet (Tabelle 1).

| | Kategorie |
|---|---|
| A | schwerverletzt (fluchtunfähig) mit Verdacht auf Rauchvergiftung |
| B | reanimationspflichtig |
| C | erfolglose Reanimation |
| D | primäre Todesfeststellung |
| E | Brandtodesfall ohne schwere Rauchvergiftung |
| F | Brandtodesfall ohne Rauch/Feuer/Flammen-Ursache |
| G | Brandtodesfall mit brandunabhängiger Ursache |
| H | Todesfall durch Rauch/Feuer/Flammen bei Nicht-Brand |

Tabelle 1: Registrierung der Fälle nach Sachverhalten

²² Statistisches Bundesamt 2010 und 2011

²³ siehe Kaiser 2011 und Kaiser und Desel 2010

²⁴ siehe Kaiser 2012

In allen Fällen, in denen eine Rettung fluchtunfähiger schwerverletzter Personen durch die Feuerwehr erfolgte, wurden durch Zusendung von Fragebögen an die beteiligten Feuerwehren, Rettungsdienste und Kliniken anonymisiert detaillierte einsatz- und patientenbezogene Daten erhoben.

Ergebnisse

amtliche Statistik

Die amtliche Todesursachenstatistik für Deutschland der Jahre 2009-2010 ist nach dem internationalen Klassifikationssystem ICD-10²⁵ gegliedert. Die Systematik der ICD-10 bedingt, dass Todesfälle, die durch die Einwirkung eines Brandes verursacht wurden, durch die kodierenden Stellen bei den Landesgesundheitsämtern mitunter sehr unterschiedlichen Codes zugeordnet werden können. Es wird daher im Folgenden jeweils eine minimal und eine maximal mögliche Anzahl angegeben²⁶.

Für die Jahre 2009 und 2010 sind im Mittel 210 bis 422 Brandtodesfälle jährlich angegeben, was einer Inzidenz zwischen 2,6 und 5,2 pro Million Einwohnern entspricht (ORBIT: 16,7; s.o.).

Ob der Tod bereits beim Auffinden festgestellt wurde, ob Reanimationsversuche unternommen wurden oder ob die Betroffenen nach primär erfolgreicher Rettung in einer Klinik verstorben sind, kann der heutigen amtlichen Statistik nicht entnommen werden.

Die entsprechende amtliche Statistik der Jahre 1977 und 1976²⁷ gibt im Mittel 550 Todesfälle jährlich aufgrund „Unfall durch Rauch, Feuer und Flammen“ (ICD-8-Code E890-E899) an, davon 291 aufgrund „Unfall durch Brand in Privatwohnung“ (ICD-8-Code E890)²⁸ entsprechend einer Inzidenz von 9,0 bzw. 4,7 pro Million Einwohner (ORBIT: 16,7 s.o.).

Die damalige Statistik weist aus, dass 44% (E890-899) bzw. 32% (E890) der Todesopfer erst nach Erreichen einer Klinik dort verstarben.

²⁵ Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information 1994

²⁶ Der ICD-10-Code X00 („Unfall durch Exposition gegenüber nicht unter Kontrolle stehendem Feuer in Gebäuden oder Bauwerken“) repräsentiert mit an Sicherheit Todesfälle durch Brände im eigentlichen Sinne (minimale Fallzahl). Zur Bestimmung der maximal möglichen Fallzahl werden die Fälle der Codes X08, X09, X76, X97 und Y26, bei denen es sich ebenfalls um Brandtodesfälle im eigentlichen Sinne handeln könnte, addiert.

²⁷ Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 1975(1977) - 1988(1989)

²⁸ Der vollständige Datensatz der Jahre 1976 und 1977 ist heute nach Angaben der zuständigen Abteilung des Statistischen Bundesamtes nicht mehr verfügbar. Daher können nur die in der entsprechenden Fachserie²⁷ abgedruckten Codes genannt werden, die im Wesentlichen den heutigen Codes X00 (E890) bzw. X00-X09 (E890-899) entsprechen.

Die Entwicklung der Zahl der Brandtodesfälle der letzten drei Jahrzehnte veranschaulicht Abbildung 2, die Entwicklung der Altersverteilung Abbildung 3.

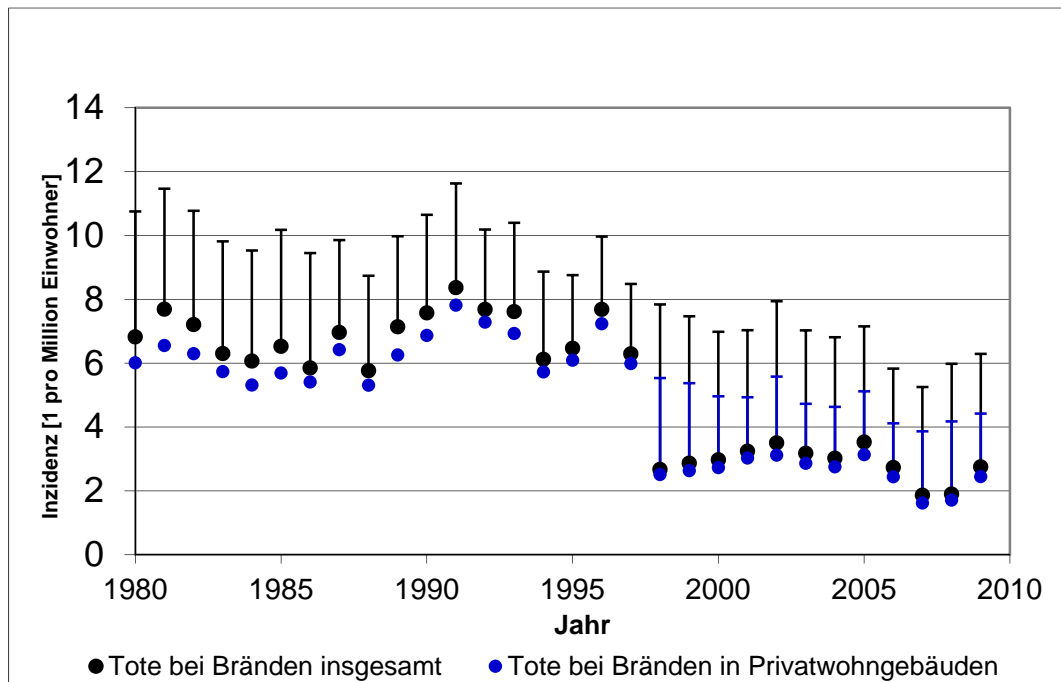


Abbildung 2: Brandtodesfälle in Deutschland 1980-2009 (Quelle: Amtliche Statistik)

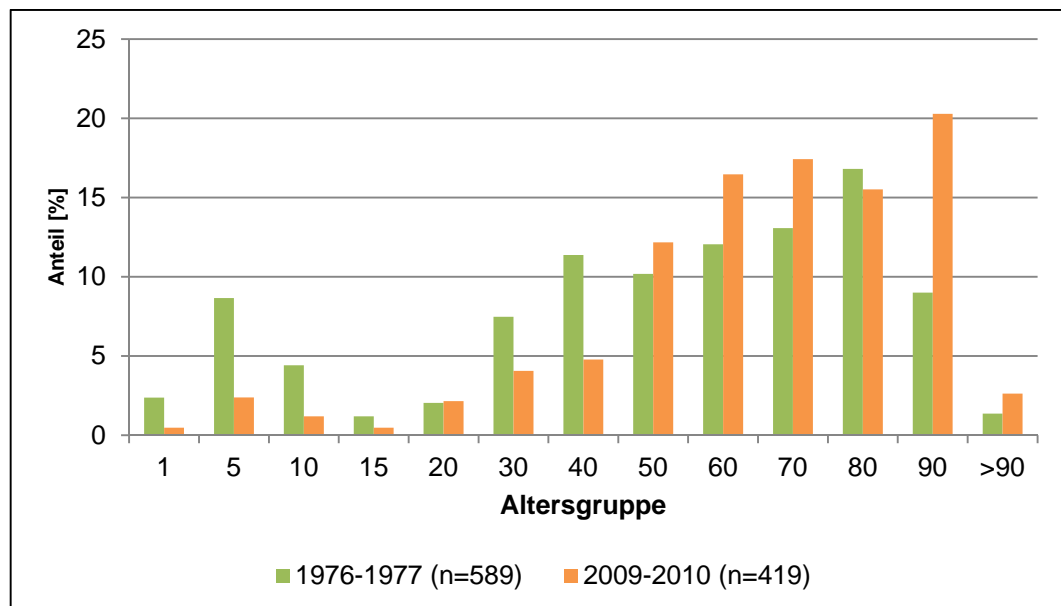


Abbildung 3: Altersverteilung der Brandtoten in Deutschland²⁹ (Quelle: Amtliche Statistik)

(Anmerkung: Im Jahr 1998 erfolgte die Umstellung des Klassifikationssystems ICD von der 9. auf die 10. Revision.)

²⁹ Brände in (Wohn-)Gebäuden (1976-1077: E890; 2009-2010: X00)

In den Jahren 2009-2011 waren demnach ca. 50% der Brandtoten älter als 60 Jahre und ca. 7% jünger als 20 Jahre (ORBIT: 36% bzw. 15%).

In der amtlichen Statistik für das Jahr 2009 ist in 61% der Fälle, bei denen es sich mit Sicherheit um Todesfälle durch Brände handelt (Minimalanzahl²⁶), eine als Vergiftung als Todesursache angegeben, bei den weiteren Fällen, die möglicherweise Brandtodesfälle darstellen, in 80% (ORBIT: 90%).

Auswertung der Pressemeldungen (Vollerhebung)

Zwischen dem 01.01.2009 und dem 31.12.2011 wurden 1265 relevante Pressemeldungen registriert.

Durch die Auswertung der Meldungen konnten – gemessen an den Ergebnissen der amtlichen Todesursachenstatistik – mindestens 86% der relevanten Schadenereignisse gefunden werden²⁴. Die konsekutive Fragebogenerhebung (s.u.) zeigte, dass 78% der Fälle der richtigen Kategorie (Tabelle 1) zugeordnet worden waren; 4% der Patienten waren entgegen der Beschreibung in der Presse nicht schwer verletzt²⁴.

In über 80% der Fälle wurde eine einzelne kritisch verletzte oder tote Person vorgefunden (Abbildung 4).

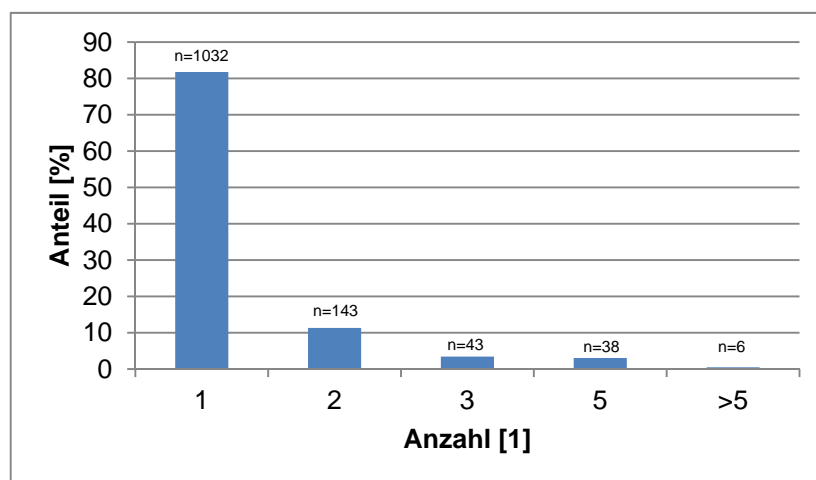


Abbildung 4: Verteilung der kritisch Verletzten und Toten je Einsatzereignis

Bei 327 von 400 Todesopfern (82%) war zum Zeitpunkt der Rettung durch die Feuerwehr der Tod bereits eingetreten, sodass keine medizinischen Rettungsmaßnahmen mehr ergriffen wurden.

In 134 der 707 erfassten präklinischen Todesfälle (19%) sind erfolglose Reanimationsversuche unternommen worden (ORBIT: 7,25%).

Insgesamt ereigneten sich 35% der Todesfälle und 44% der kritischen Verletzungen in Großstädten.

Die Fallzahlen und Inzidenzen veranschaulicht Tabelle 2³⁰:

| | | Todesfälle | | | | überlebende Schwerverletzte ³¹ | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|-----|
| | | primär tot ³² | | nach Rettungsmaßnahmen verstorben ³³ | | | | |
| | Einwohner [1000] ³⁴ | pro Jahr | pro Million Einwohner und Jahr | pro Jahr | pro Million Einwohner und Jahr | pro Jahr | pro Million Einwohner und Jahr | |
| Deutschland | 81 858 | 327 | 4,0 | 73 | 0,9 | 117 | 1,4 | |
| Großstädte (>100 TEW) | 25 495 | 108 | 4,2 | 30 | 1,2 | 52 | 2,0 | |
| Mittelstädte (50 – 99 TEW) | 7 259 | 35 | 4,8 | 6,3 | 0,9 | 12 | 1,7 | |
| Mittelstädte (20 – 49 TEW) | 15 119 | 58 | 3,8 | 14 | 0,9 | 26 | 1,7 | |
| Kleinstädte und Gemeinden (<20 TEW) | 33 985 | 129 | 3,8 | 23 | 0,7 | 26 | 0,8 | |
| 1. | Berlin | 3 461 | 16 | 4,6 | 7,3 | 2,1 | 5,3 | 1,5 |
| 2. | Hamburg | 1 786 | 6,9 | 3,9 | 1,3 | 0,7 | 4,0 | 2,2 |
| 3. | München | 1 353 | 3,9 | 2,9 | 0,7 | 0,5 | 2,7 | 2,0 |
| 4. | Köln | 1 007 | 4,5 | 4,5 | 1,3 | 1,3 | 0,6 | 0,6 |
| 5. | Frankfurt am Main | 680 | 3,9 | 5,7 | 0,7 | 1,0 | 2,7 | 4,0 |
| 6. | Stuttgart | 607 | 1,2 | 2,0 | 1,7 | 2,8 | 2,0 | 3,3 |
| 7. | Düsseldorf | 589 | 1,2 | 2,0 | 0,3 | 0,5 | 4,3 | 7,3 |
| 8. | Dortmund | 580 | 2,2 | 3,8 | 0,7 | 1,2 | 1,0 | 1,7 |
| 9. | Essen | 575 | 3,4 | 5,9 | 0,7 | 1,2 | 1,7 | 3,0 |
| 10. | Bremen | 547 | 2,9 | 5,3 | 0,7 | 1,3 | 2,0 | 3,7 |

Tabelle 2: Inzidenz schwerer Personenschäden bei Bränden (Durchschnittswerte der Jahre 2009-2011)³⁵

Demnach sind jährlich zwischen 190³⁶ und 517³⁷ Menschen durch Einsatzkräfte im Innenangriff befreit worden; dies entspricht 2,3 bis 6,3 pro Million Einwohner, ca. 37-43% davon im Schutzbereich der Berufsfeuerwehren³⁸ (ORBIT: 58,1 bzw. 34%³⁹).

³⁰ Zusätzlich wurden ca. 60 Todesfälle pro Jahr in den Kategorien E-H erfasst, die hier nicht betrachtet werden sollen.

³¹ entspricht Verletzten der Kategorien A und B, bei denen kein tödlicher Ausgang berichtet wurde

³² entspricht Kategorie D

³³ entspricht Kategorie C zuzüglich sekundär Verstorbenen der Kategorien A und B

³⁴ Statistisches Bundesamt 2011

³⁵ Berichte über primär Verstorbenen wurden ab 03/2010 erfasst und entsprechend hochgerechnet. Ergebnisse für Städte <1 Mio. Einwohner hier nicht signifikant (kursiv gesetzt).

³⁶ enthält nur die Zahl der Überlebenden und nach Rettungsmaßnahmen Verstorbenen

³⁷ enthält zusätzlich die Zahl der primär für tot Erklärten

³⁸ an dieser Stelle wird der Schutzbereich der Berufsfeuerwehren vereinfachend gleichgesetzt mit der Gesamtheit der Großstädte

Die Altersverteilung der Brandopfer zeigt Abbildung 5.

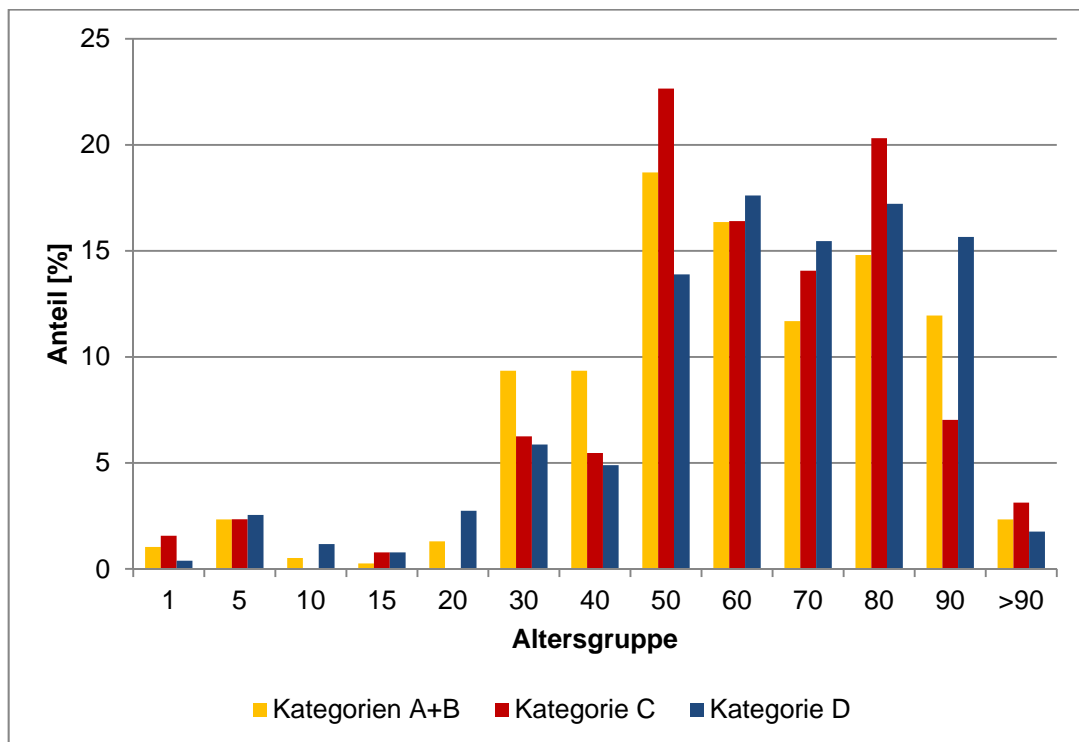


Abbildung 5: Altersverteilung der Brandopfer 2009-2011

Auswertung der Fragebögen (Stichprobe)

Alle Rettungsdienste bzw. Feuerwehren, die mutmaßlich durch Brandeinwirkung fluchtunfähig gewordene Personen (kritisch Verletzte) retten, erhielten Fragebögen, in denen auch die Zeitangaben „Eingang der Meldung“, „Alarmierung der Feuerwehr“, „Erstintreffen der Feuerwehr“ und „Person gerettet“ erfragt wurden.

Es wurden insgesamt 456 Fragebogensätze versandt. Die Rücklaufquote betrug 25% bei den medizinischen Fragebögen und 40% bei den Fragebögen zum zeitlichen Verlauf (Feuerwehr / Einsatzleitstelle).

In diesem Kapitel wurden alle Fälle, in denen nach der technischen Rettung ohne Einleitung medizinischer Rettungsmaßnahmen unmittelbar der Tod festgestellt wurde, nicht in die Auswertung des Zeitprofils einbezogen.

Aus den Zeitangaben wurde die Dauer der Zeitabschnitte der jeweiligen Einsätze berechnet.

³⁹ Die Zahlen der O.R.B.I.T.-Studie umfassen alle Personen, die „unter Löschangriff befreit“ wurden.

Die ermittelten **Rettungszeiten** der Einsätze von Berufs- und Freiwilligen Feuerwehren⁴⁰ zeigen Abbildung 6 und Abbildung 7.

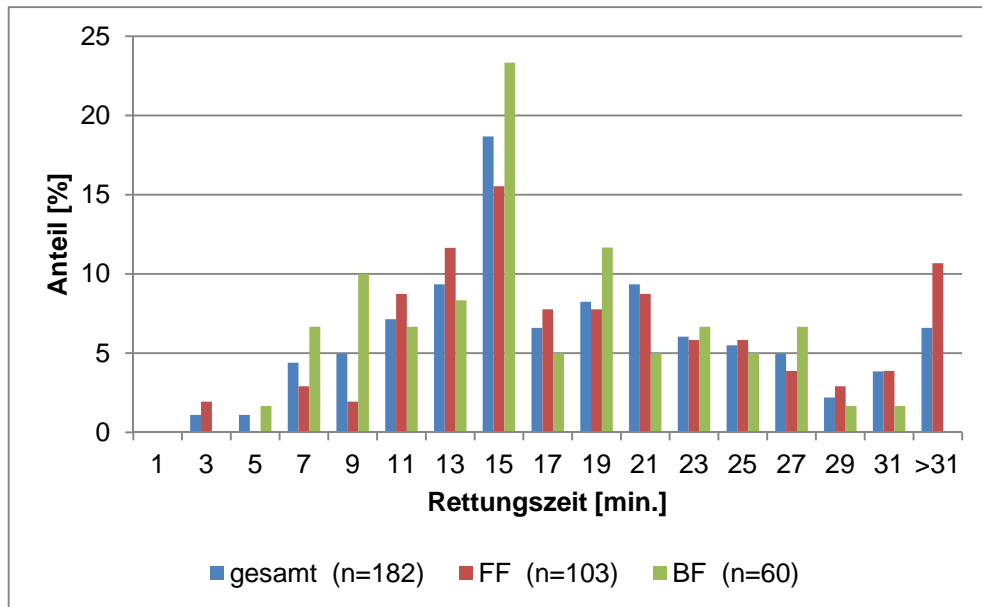


Abbildung 6: Verteilung der Rettungszeiten

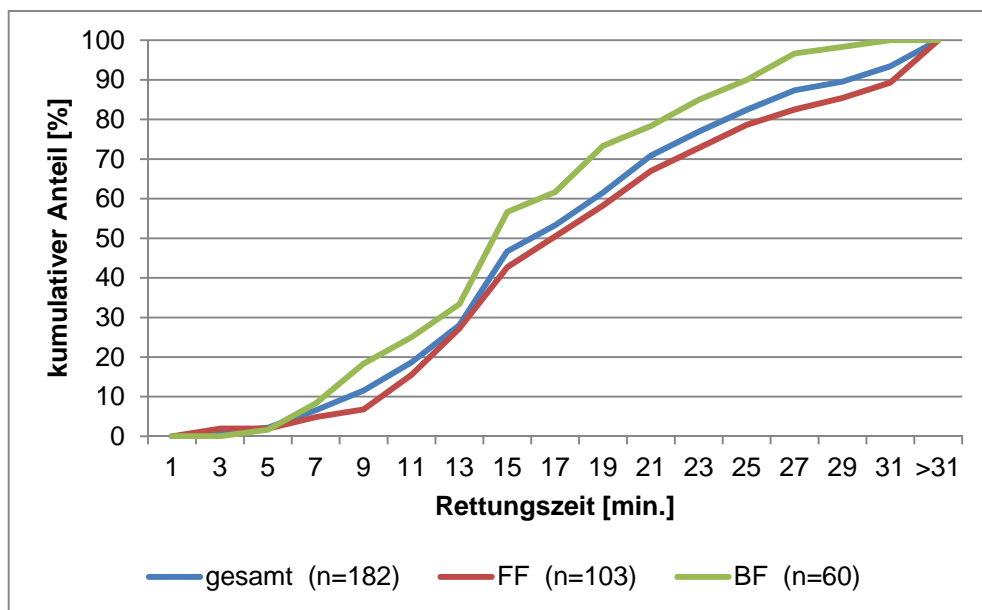


Abbildung 7: kumulative Verteilung der Rettungszeiten

Als „Rettungszeit“ wird in diesem Beitrag die Zeitdauer vom Eingang der Notrufmeldung bis zum Abschluss der Personenrettung bezeichnet⁴¹.

⁴⁰ Die Einsätze von Freiwilligen Feuerwehren mit hauptberuflicher Wachbereitschaft wurden nicht separat ausgewiesen.

⁴¹ Die AGBF nimmt bei der Planungsgrundlage „kritischer Wohnungsbrand“ an, dass vom Brandausbruch bis zum Eingang der Notrufmeldung ca. drei weitere Minuten vergehen. Eine „Rettungszeit“ von maximal 14 Minuten erfüllte demnach die Vorgabe der AGBF.¹

Die ermittelten **Hilfsfristen** zeigen Abbildung 8 und Abbildung 9.

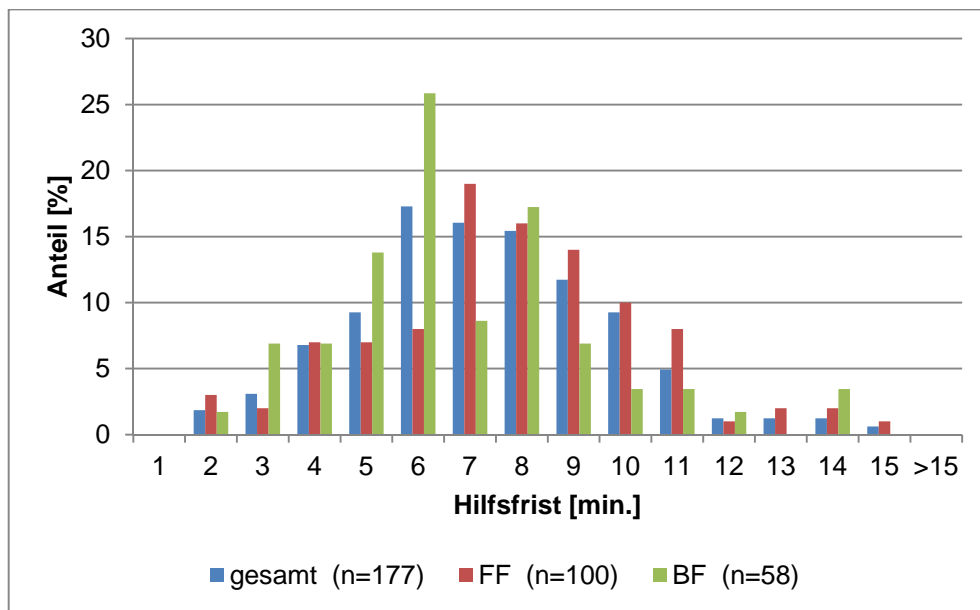


Abbildung 8: Verteilung der Hilfsfristen

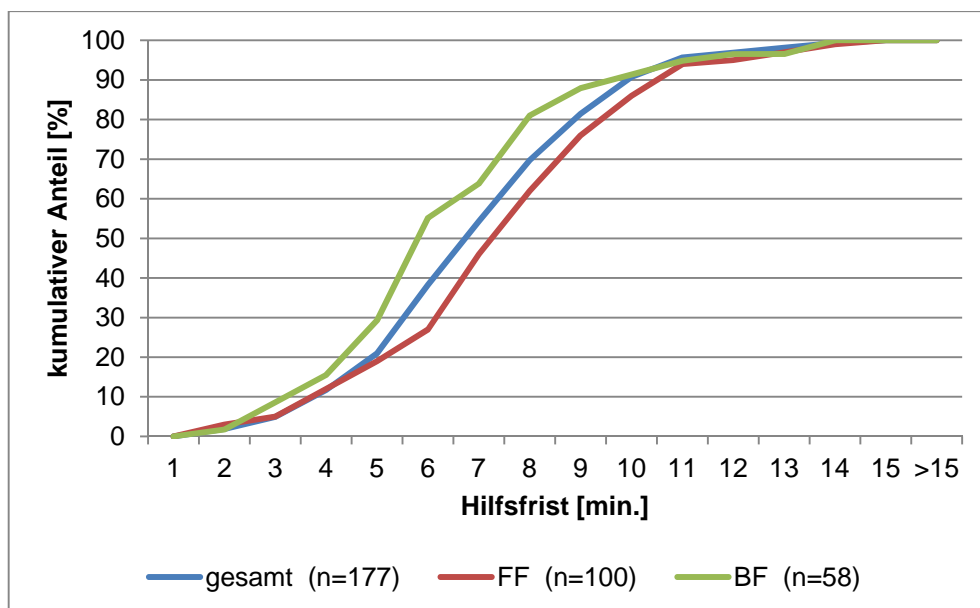


Abbildung 9: kumulative Verteilung der Hilfsfristen

Die Hilfsfrist beginnt nach der AGBF-Definition mit dem Eingang des Notrufes und endet mit dem Eintreffen des ersten Feuerwehrfahrzeugs an der Einsatzstelle. Die geforderte Höchstdauer beträgt 9,5 Minuten (1,5 Minuten für die Gesprächs- und Dispositionszeit sowie 8 Minuten für die Ausrücke- und Anfahrtzeit).¹

Die ermittelten **Ausrücke- und Anfahrtzeiten** (Zeitdauer von der Alarmierung bis zum Eintreffen des ersten Einsatzfahrzeugs) zeigen Abbildung 10 und Abbildung 11.

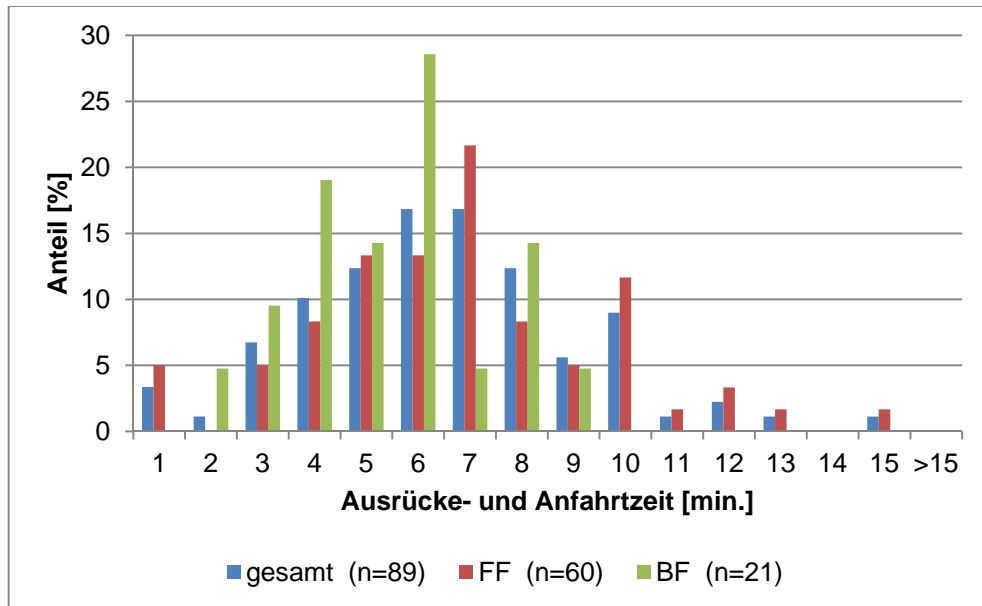


Abbildung 10: Verteilung der Ausrücke- und Anfahrtzeiten

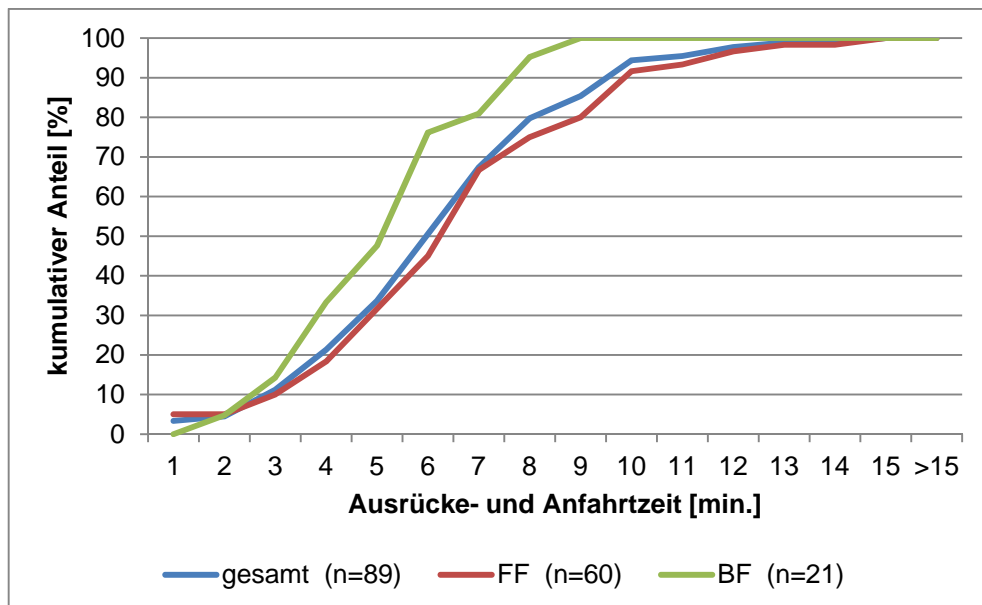


Abbildung 11: kumulative Verteilung der Ausrücke- und Anfahrtzeiten

(ORBIT: Mittelwert aller Feuerwehreinsätze: 5,8 Minuten, s.o.)

Die ermittelten **Erkundungs- und Entwicklungszeiten** zeigen Abbildung 12 und Abbildung 13.

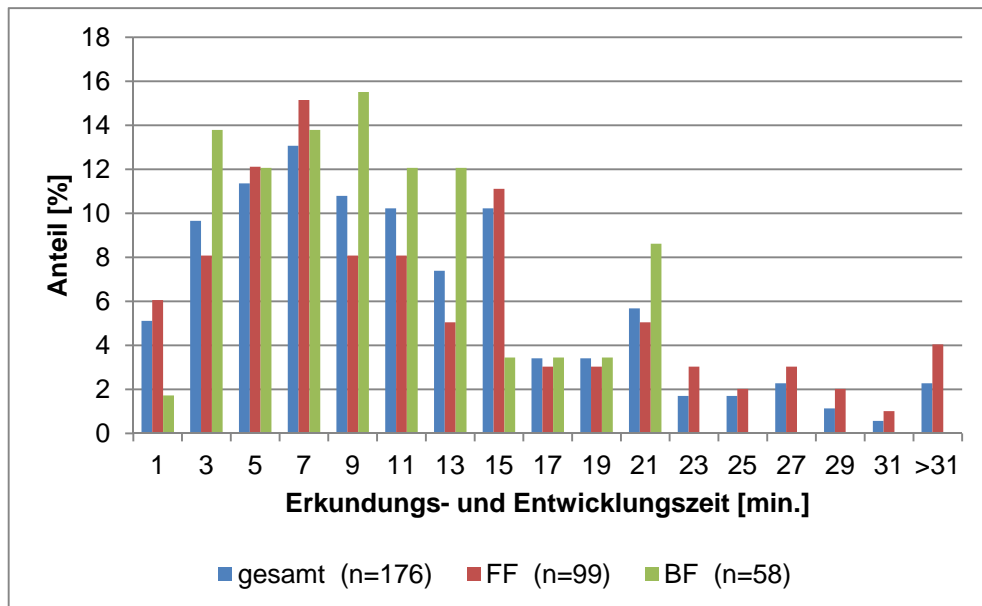


Abbildung 12: Verteilung der Erkundungs- und Entwicklungszeiten

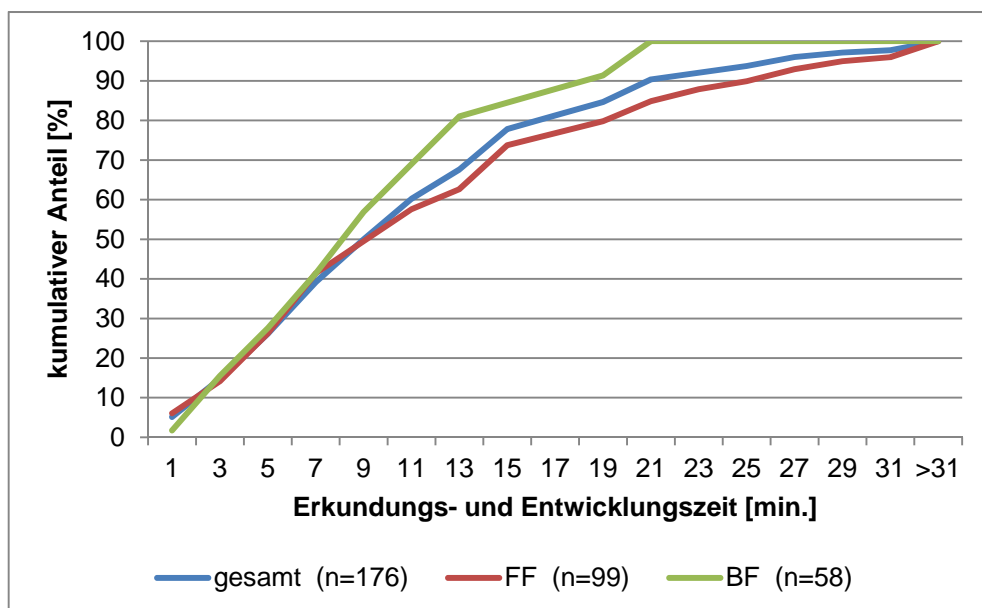


Abbildung 13: kumulative Verteilung der Erkundungs- und Entwicklungszeiten

Die AGBF nimmt eine durchschnittliche Erkundungs- und Entwicklungszeit von ca. 4 Minuten an. Dieser Wert wurde nur in ca. 20% der hier ausgewerteten Einsätze erreicht.

In einer jüngst veröffentlichten Untersuchung anhand von Einsatzübungen wurde eine mittlere Erkundungs- und Entwicklungszeit (dort z.T.

ebenfalls als „Rettungszeit“ bezeichnet) von ca. 13 Minuten ermittelt (Ergebniswerte: 7-19 Minuten).⁴²

Die Zeitdauer vom Eingang des Notrufes bis zur Alarmierung der Einsatzkräfte lag in ca. 90% der Fälle unter zwei Minuten⁴³ (Abbildung 14).

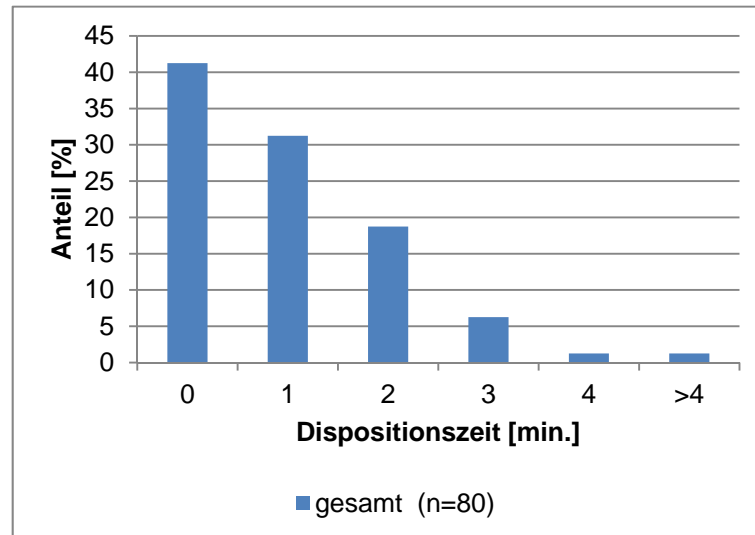


Abbildung 14: Verteilung der Dispositionszeiten

Insgesamt waren 29% der Brände mit Rettung kritisch verletzter Personen als Kleinbrände, 64% als Mittel- und 7% als Großbrände klassifiziert. In 7,5% der Fälle waren nach Angaben der Feuerwehr Rauchmelder im Gebäude installiert (Verstorbene: 3%; Überlebende: 11%).

Zur Untersuchung eines Zusammenhangs zwischen Rettungszeit und Überlebenschancen der verletzten Personen wurde die Verteilung der Rettungszeiten nach der Art des Ausgangs der erlittenen Verletzungen (klinisches Outcome) aufgetragen (Abbildung 15 und Abbildung 16).

⁴² Lindemann 2011

⁴³ AGBF-Richtwert: 1,5 Minuten¹

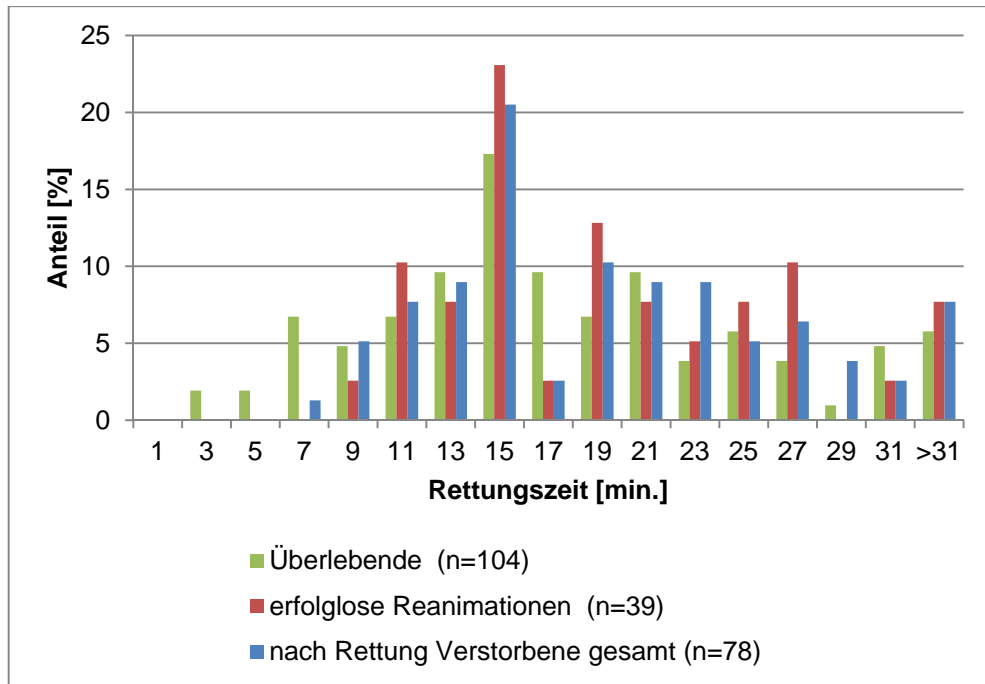


Abbildung 15: Verteilung der Rettungszeiten nach klinischem Outcome

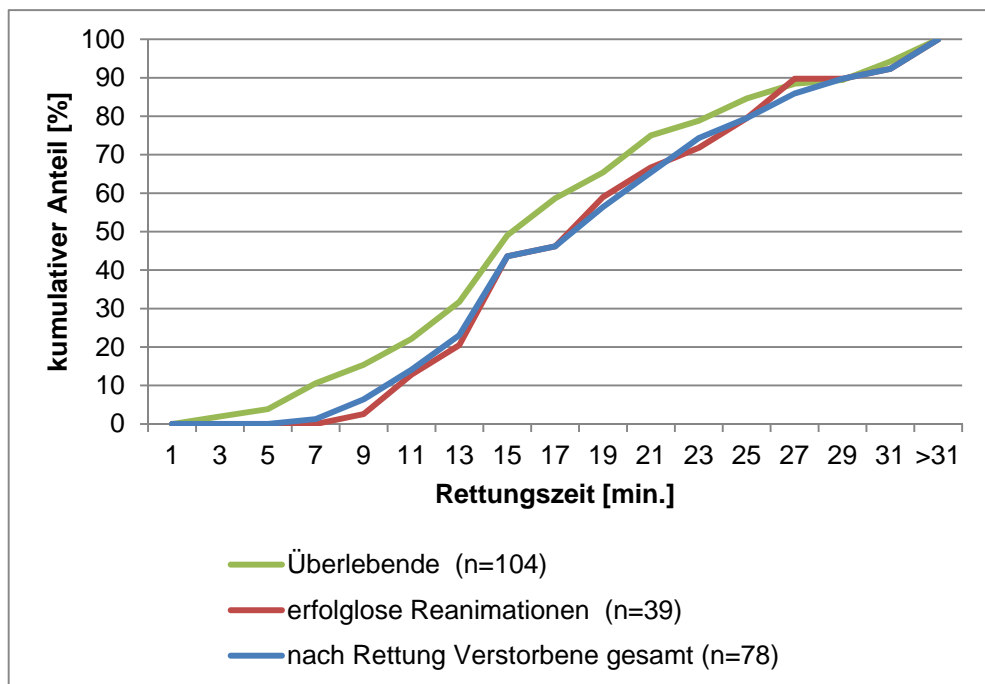


Abbildung 16: kumulative Verteilung der Rettungszeiten nach klinischem Outcome

Aus den Fallzahlen für Überlebende und letztlich verstorbene kritisch Verletzte wurden empirische Überlebenswahrscheinlichkeiten berechnet (Abbildung 17).

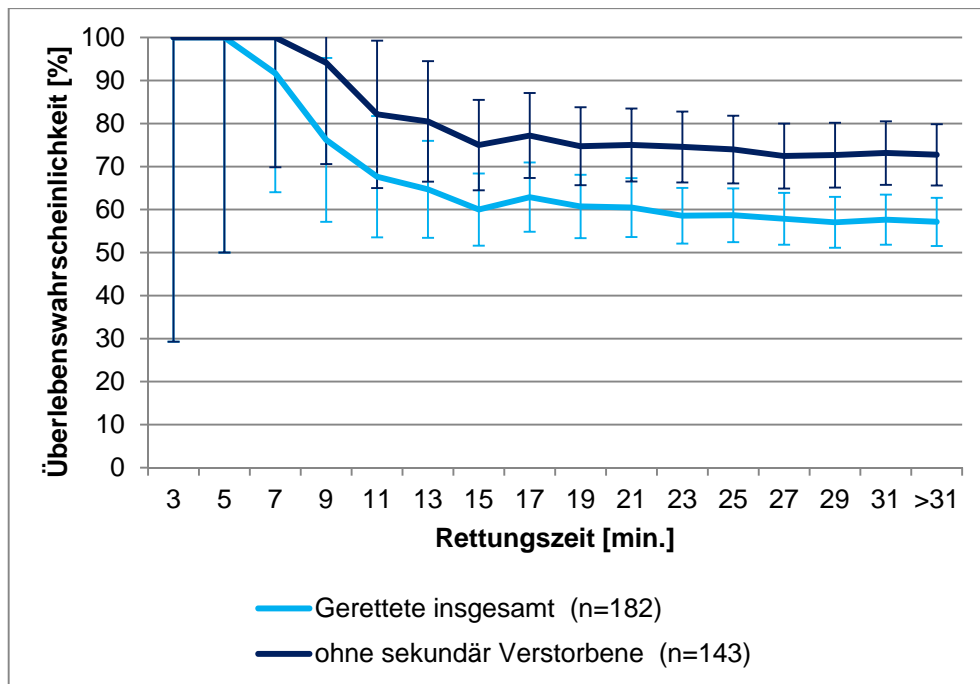


Abbildung 17: kumulative Überlebenschancen der kritisch Verletzten

An dieser Stelle wurde exemplarisch die statistische Unsicherheit angegeben, die aufgrund der immer noch verhältnismäßig geringen Fallzahl dieser Untersuchung in vielen Zählklassen sehr hoch ist.

Als weitere Limitationen der Methode sind zu nennen:

- Der Zeitpunkt des Eingangs der Notrufmeldung ist nicht klar definiert (Aufschaltung in der FEL, Gesprächsbeginn, Einsatzentscheidung oder Gesprächsende)
- Der Zeitpunkt der abgeschlossenen Personenrettung ist unsicher (tatsächlicher Zeitpunkt oder Zeitpunkt der Meldung / des Eintrags in die Einsatzdokumentation) und daher nur als spätestmöglicher Zeitpunkt aufzufassen.
- In der hier durchgeführten Untersuchung wurden alle Fälle verletzungsbedingt fluchtunfähiger Personen gleichrangig einbezogen. Valide Aussagen über den Einfluss der technischen und medizinischen Rettungsmaßnahmen auf das Outcome der Patienten erfordern jedoch eine differenzierte Betrachtung unter Ausschluss bzw. separater Untersuchung bestimmter Patientengruppen wie schwerverbrannter oder hochbetagter Personen. Dies wurde hier außer Acht gelassen, da die weitere Verringerung der Population der relevanten Subgruppen eine aussagekräftige Analyse unmöglich gemacht hätte.

Diskussion und vorläufige Schlussfolgerungen

Die Situation bezüglich Schwerverletzter und Toter bei Bränden hat sich seit Mitte der 1970er Jahre zumindest zahlenmäßig deutlich verändert.

Von den Autoren der O.R.B.I.T.-Studie wurden anscheinend bereits damals Inzidenz, Morbidität und Mortalität schwerer Brand(rauch)verletzungen insgesamt zu hoch eingeschätzt.

Die Annahme, die Toxizität des Brandrauchs ginge im Wesentlichen auf seinen CO-Gehalt zurück, war bis in die 1990er Jahre hinein vorherrschende wissenschaftliche Ansicht (beispielhaft die Ergebnisse der größten einschlägigen Untersuchung von *Barillo et al.* in Abbildung 18).

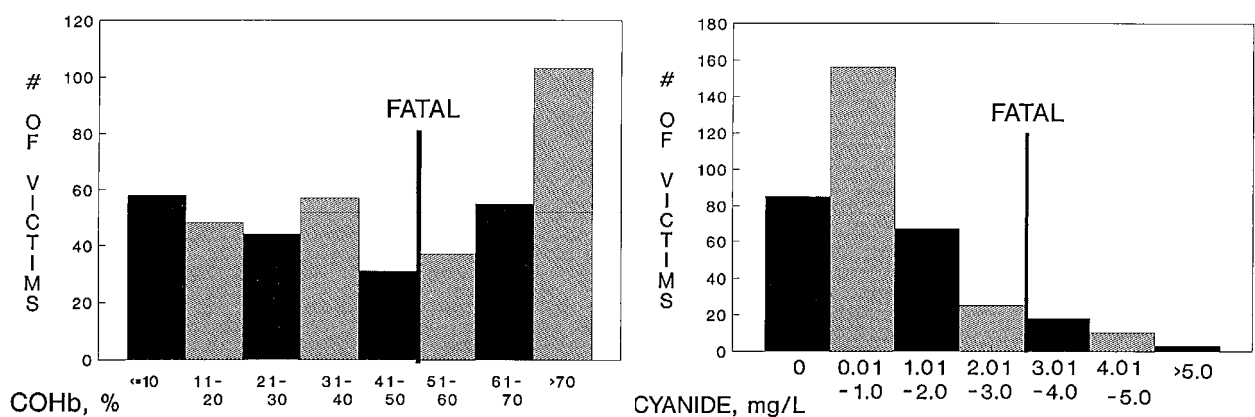


Abbildung 18: CO- und CN-Befunde im Blut von Brandleichen nach *Barillo et al.* 1994

In einer französischen Untersuchung, deren Ergebnisse 1991 in der weltweit führenden medizinischen Fachzeitschrift veröffentlicht wurden⁴⁴, konnten im Blut von Brandopfern mehrheitlich toxische Konzentrationen von Zyanid (CN⁻, korrespondierendes Anion des Zyanwasserstoffs HCN / Salz der „Blausäure“) nachgewiesen werden (siehe Abbildung 19).

Seitdem wird die Bedeutung der Blausäureexposition bei schweren Brandrauchvergiftungen intensiv diskutiert.⁴⁵ Ein spezielles Arzneimittel zur Behandlung von Blausäurevergiftungen durch Brandrauch wird seit 2009 auch in Deutschland angeboten und dessen Notwendigkeit kontrovers diskutiert⁴⁶.

⁴⁴ *Baud et al.* 1991

⁴⁵ siehe hierzu *Kaiser und Desel* 2010 mit weiteren Nachweisen

⁴⁶ *Zilker T et al.* 2010 und *Desel H et al.* 2011

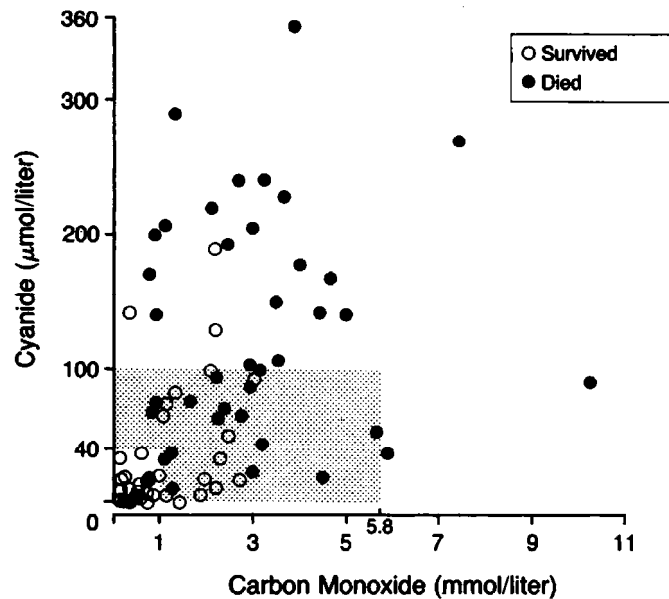


Abbildung 19: CO- und CN-Befunde im Blut von Brandopfern nach *Baud et al. 1991*⁴⁷

Riefe die Inhalation von Brandrauch tatsächlich klinisch relevante Zyanwasserstoffvergiftungen hervor, wäre die oben angeführte These 9 (siehe „Hintergrund“) widerlegt und das Modell (siehe These 10) müsste dahingehend angepasst werden, dass die HCN-Konzentration im Brandrauch in die Berechnung der Konzentrations-Zeit-Effekte einzubeziehen wäre. Dies hätte – unter Annahme eines additiven Effekts – eine Verkürzung der Zeiten bis zum Erreichen der Reanimations- und Überlebensgrenze zur Folge.

Gleiches gilt auch für den grundsätzliche Einwand zum toxikologischen Modell der O.R.B.I.T.-Studie, dass der nicht unerhebliche Gehalt an reizend bzw. ätzend wirkenden Substanzen sowie der reduzierte Sauerstoffgehalt im Brandrauch sich zusätzlich schädigend auswirken müsste und somit wiederum entsprechende Schäden zeitlich früher erwarten ließe als in einer der Annahme nach nur durch CO kontaminierten Atmosphäre.

Während die theoretisch-toxikologischen Überlegungen eine Verkürzung der Rettungszeiten nahe legen, zeigen jedoch die hier vorgestellten empirischen Ergebnisse zunächst keinen ausgeprägten Sprung in der Verteilung der Rettungszeiten von Überlebenden, wie ihn die O.R.B.I.T.-Studie postuliert hatte (siehe „Hintergrund“, These 13). Vielmehr werden sowohl in früheren als auch späteren Phasen der Brandentwicklung Personen sowohl erfolgreich als auch erfolglos gerettet.

⁴⁷ grau gekennzeichnet jeweils die als toxisch (CO: 1mM, CN: 40µM) bzw. letal (CO: 5,8mM, CN: 100µM) angesehenen Konzentrationsschwellen

Es bleibt zu vermuten, dass ein wesentlicher Faktor für die Überlebenschance insgesamt die Dauer der Entdeckungs- und Meldezeit ist, die in den meisten Fällen kaum exakt zu ermitteln und durch Maßnahmen des abwehrenden Brandschutzes nicht zu beeinflussen ist. Hiermit im Einklang stünde der hohe Anteil (82%) der Brandopfer, die bei der Rettung durch die Feuerwehr bereits verstorben sind. Da sich die Todesfälle außerdem nahezu ausschließlich bei Bränden in Privatwohngebäuden ereignen, dürfte das größte Potenzial zur weiteren Senkung der Brandtotenzahlen in der Anwendung von Rauchwarnmeldern liegen.

Da Ausdehnung oder Verkürzung der geforderten Einsatzfristen erhebliche Auswirkungen auf die Planungspraxis im Feuerwehrwesen haben können, sind die Auswirkungen der veränderten Rahmenbedingungen auf die planerischen Grundannahmen und die Bedeutung der Zyanwasserstoffintoxikation bei schweren Rauchvergiftungen weiter zu untersuchen.

Weitergehende und aktuelle Informationen zur Rauchvergiftungsstudie an der Universitätsmedizin Göttingen sind auf der Internetseite des Gif tinformationszentrums-Nord (www.giz-nord.de) verfügbar.

Literatur

Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland (1998): Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren für Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten. Online verfügbar unter http://www.agbf.de/pdf/qualitaetskriterien_fuer_bedarfsplanung_von_feuerwehren_in_staedten.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2012.

Barillo DJ et. al. (1994): Cyanide Poisoning in Victims of Fire: Analysis of 364 Cases and Review of the Literature. In: *Journal of Burn Care and Rehabilitation* 15, S. 46-57.

Baud, F.; Barriot P; Toffis V; Riou B; Vicaut E; Lecarpentier Y et al. (1991): Elevated Blood Cyanide Concentrations in Victims of Smoke Inhalation. In: *The New England Journal of Medicine* 325 (25), S. 1761–1766.

Beyerle, G (1978): Grundlagenuntersuchung für die Entwicklung verbesserter Feuerwehrfahrzeuge zur Optimierung der Leistungsfähigkeit bei der Brandbekämpfung. Definitionsstudie. Forschungsbericht KT 7612, Kommunale Technologien; Nebentitel: Feuerwehrsysteem O.R.B.I.T. - Entwicklung eines Systems zur optimierten Rettung, Brandbekämpfung mit integrierter technischer Hilfsleistung. 2 Bände.

Desel H; Flemming A; Zilker T; Sefrin P; Scherer G; Graf B et al. (2011): Ergänzende Stellungnahme zur Publikation: In: *Der Notarzt* 27, S. 181.

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (1994): ICD-10. Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme. Bern [u.a.]: Huber.

Kaiser G (2011): Die Akutbehandlung schwerer Brandrauchvergiftungen. In: *Notfall + Rettungsmedizin* 14 (Suppl 1), S. 26.

Kaiser G (2012): Internetbasierte Fallrekrutierung und Datengewinnung für eine (prä)klinische Studie: Evaluation einer neuartigen Arbeitsmethode für die notfallmedizinische Forschung. In: *Anästhesiologie & Intensivmedizin : A & I* 53, S. S45-S46.

Kaiser G; Desel H (2010): Blausäure im Brandrauch? Antidotbehandlung bei Rauchgasvergiftungen. In: *Rettungsdienst* 33 (11), S. 48–54.

Lindemann T (2011): Rettungszeiten der Feuerwehr beim kritischen Wohnungsbrand. In: *Brandschutz* 65 (12), S. 946-952.

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (1975(1977) - 1988(1989)): Todesursachen. Stuttgart: Metzler-Poeschel (Fachserie / A / 7 / 4 j, 12 / 4 j).

Statistisches Bundesamt (2010): Ergebnisse der Todesursachenstatistik für Deutschland : ausführliche vierstellige ICD10-Klassifikation. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2011): Gemeindeverzeichnis Gebietsstand 31.12.2010. Wiesbaden.

Zilker T; Sefrin P; Scherer G; Graf B; Geldner G; Hoppe U (2010): Rauchgasinhalations-Intoxikation. Ursachen, Primärversorgung und Handlungsempfehlung. In: *Der Notarzt* 26, S. 95–102.