



**BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL**

Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik

Lehrstuhl Methoden der Sicherheitstechnik/Unfallforschung

## **Masterthesis**

### **Risikobetrachtungen anhand empirischer Analysen von Ursachen von Gebäudebränden basierend auf Einsatzangaben der Feuerwehren**

**Name:** Felix Bickert

**Matrikelnummer:**

**Anschrift:**



**1. Prüfer:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uli Barth

**2. Prüfer:** Dr.-Ing. Sebastian Festag

Wuppertal, 27.09.2021

## **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 Abgabe 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.

Wuppertal, 27.09.2021

Felix Bickert

## **Gender-Erklärung**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit die Sprachform des generischen Maskulinums angewandt. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

## Kurzfassung

Die vorliegende empirische Analyse der Ursachen von Gebäudebränden verfolgt das Ziel, Risikoschwerpunkte zu identifizieren, um daraus Maßnahmen für die Praxis abzuleiten. Ein effizienter Einsatz von Brandschutzmaßnahmen erfordert Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge und Brandgeschehen. Auf Grundlage von 1.220 Gebäudebränden, die im Rahmen der vfdb-Brandschadenstatistik erfasst wurden, erfolgt eine statistische Analyse, die sich auf die vermuteten Ursachen der Brände konzentriert. Da bei der Ermittlung und Beschreibung von Bränden eine Vielzahl weiterer Aspekte relevant sind, werden Faktoren wie zum Beispiel das Objekt und der Ort der Brandentstehung ebenfalls untersucht.

Die Untersuchung basiert auf einer inhaltlich abgestuften Vorgehensweise: Im ersten Schritt werden die für die Risikobetrachtungen statistisch relevanten Aspekte Ereignismerkmale, Schadensausmaß und Brandschutzmaßnahmen auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen analysiert. Im zweiten Schritt erfolgt eine Verknüpfung der grundsätzlichen Risikomerkmale mit den Brandursachen, um tiefere, ursachenspezifische Erkenntnisse zu gewinnen. Abschließend werden zeitliche, feuerwehrart-spezifische und geographische Einflussfaktoren in Abhängigkeit zu den vermuteten Ursachen betrachtet, um übergeordnete Abhängigkeiten herauszustellen.

Die empirische Analyse bedient sich vor allem deskriptiver und inferenzstatistischer Methoden, wobei die Auswahl der statistischen Hilfsmittel aufgrund des Skalenniveaus eingeschränkt ist. Die Auswertung zeigt, dass menschliches Verhalten maßgeblich zum Brandgeschehen beiträgt. Wohnbereiche im Allgemeinen und Küchenbrände im Speziellen sind Risikoschwerpunkte. Da der hohe Anteil von unbekanntem Brandursachen mit einem außerordentlich hohen Schadensausmaß einhergeht, sind detaillierte Analysen und Studien für diese Ursache erforderlich. Für alle Risikoschwerpunkte müssen individuelle Bewältigungsstrategien gewählt werden.

Weiter zeigt sich die Notwendigkeit einheitlicher Erhebungskriterien und einer Zentralstelle zur Zusammenführung von statistischen Erhebungen. Für den hochentwickelten Bereich des Brandschutzes sind derartige Erkenntnisse von großer Bedeutung, auch um die Rolle des evidenz-basierten Brandschutzes zu stärken.

## **Abstract**

This empirical analysis of the causes of structural fires has the objective of identifying main risk areas in order to derive practical measures. Efficient use of fire safety measures requires knowledge about cause-effect relationships and fire incidents. On the basis of 1,220 structural fires recorded in the vfdb fire loss statistics, a statistical analysis is performed that focuses on the assumed causes of fires. As a variety of additional aspects are relevant in the investigation and characterisation of fires, factors such as the object and the location where the fire occurred are also considered.

The investigation is based on a graded method: In the first step, the statistically relevant aspects of the incident characteristics, the extent of loss and the fire safety measures are analysed on the basis of frequency distributions. In the second step, the fundamental risk characteristics are linked to the causes of fire in order to obtain more detailed, cause-specific findings. Finally, time-related, fire service-specific and geographical determinants are considered in relation to the presumed causes in order to highlight superior interdependencies.

The empirical analysis mainly uses descriptive and inferential statistical methods, whereas the choice of statistical tools is limited due to the level of measurement. The analysis shows that human behaviour contributes significantly to fire incidence. Residential areas in general and kitchen fires in particular are high-risk areas. Since the high percentage of unidentified fire causes is associated with an extraordinarily high extent of loss, detailed analyses and studies are required for these causes. For all main risk areas, individual strategies for coping must be chosen.

In addition, there is a need for standardised assessment criteria and a central office for the consolidation of statistical surveys. For the highly evolved field of fire safety, such findings are of great significance, also to strengthen the role of evidence-based fire safety.

# Inhalt

Erklärung des Verfassers .....	II
Gender-Erklärung .....	III
Kurzfassung.....	IV
Abstract .....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	IX
1 Aufgabenstellung.....	1
1.1 Veranlassung .....	1
1.2 Zielstellung.....	2
1.3 Aufbau der Arbeit .....	3
2 Statistische Erhebungen.....	5
2.1 Begriffliche Abgrenzungen .....	5
2.2 Historische Entwicklung .....	6
2.3 Aktueller Stand.....	7
2.4 Verfügbare Statistiken.....	9
2.4.1 vfdb-Brandschadenstatistik .....	10
2.4.2 Weitere statistische Quellen.....	11
3 Brandursachen .....	14
3.1 Klassifizierung von Brandursachen.....	14
3.2 Bedeutung der Brandursachen aus risikologischer Sicht .....	17
4 Methodik und Vorgehensweise.....	19
4.1 Inhaltliche Schwerpunkte der Analyse .....	19
4.2 Durchführung der empirischen Analyse .....	21
4.2.1 Datengewinnung .....	21
4.2.2 Statistische Auswertung.....	23
4.2.3 Statistische Bewertung der Ergebnisse.....	27
5 Ergebnisse.....	30
5.1 Einzelmerkmal-Analyse.....	30
5.1.1 Überblick .....	30
5.1.2 Ereignismerkmale .....	34
5.1.3 Schadensausmaß .....	37
5.1.4 Brandschutzmaßnahmen .....	41

5.2	Analyse von risikorelevanten Verknüpfungen zur Brandursache .....	43
5.2.1	Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer .....	44
5.2.2	Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen .....	46
5.2.3	Sonstiger fehlerhafter Umgang .....	49
5.2.4	Vorsätzliche Brandstiftung .....	52
5.2.5	Technischer Defekt .....	55
5.2.6	Ursache unbekannt .....	58
5.3	Untersuchung übergeordneter Einflussfaktoren .....	61
5.3.1	Feuerwehrspezifische Abhängigkeiten .....	61
5.3.2	Geographische Abhängigkeiten .....	63
5.3.3	Zeitliche Abhängigkeiten .....	64
5.4	Repräsentativität und Belastbarkeit der Ergebnisse .....	65
6	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	70
7	Diskussion .....	73
7.1	Faktor Mensch .....	73
7.2	Risiken bei Gebäudebränden .....	75
7.3	Aussagefähigkeit der Analyse .....	77
8	Fazit und Ausblick .....	79
	Literaturverzeichnis .....	IX
	Bilderverzeichnis .....	XVIII
	Tabellenverzeichnis .....	XXVII
	Anhang A Abfrageblöcke der vfdb-Brandschadenstatistik .....	XXXIII
	Anhang B Gegenüberstellung verschiedener Systematiken zur Einteilung von Brandursachen .....	XXXIV
	Anhang C Ergebnisse aus der vfdb-Brandschadenstatistik .....	XXXIX
C.1	Einzelmerkmal-Analyse .....	XXXIX
C.2	Analyse von risikorelevanten Verknüpfungen zur Brandursache .....	XLVII
C.3	Untersuchung verschiedener Strömungen .....	XCIX
C.3.1	Feuerwehrspezifische Abhängigkeiten .....	XCIX
C.3.2	Geographische Abhängigkeiten .....	CI
C.3.3	Zeitliche Abhängigkeiten .....	CVII
C.4	Belastbarkeit der Angaben zu den vermuteten Brandursachen .....	CXIII

Anhang D Ergebnisse anderer statistischer Quellen .....	CXIX
D.1 Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V. ....	CXIX
D.2 Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. ....	CXIX
D.3 Deutscher Feuerwehrverband .....	CXX
D.4 Bundeskriminalamt .....	CXX
D.5 Statistisches Bundesamt .....	CXXI
D.6 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur .....	CXXI



## Abkürzungsverzeichnis

BF	Berufsfeuerwehr
BKA	Bundeskriminalamt
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CI	Cramér Index
Destatis	Statistisches Bundesamt
DFV	Deutscher Feuerwehrverband e.V.
FF	Freiwillige Feuerwehr
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
ICD-10	10. Revision der Internationalen Klassifikation der Krankheiten und Todesursachen
IFS	Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung e.V.
KI	Konfidenzintervall
LKA	Landeskriminalamt
PKS	Polizeiliche Kriminalstatistik
STRES	Statistics of Rescue Services
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
vfdb	Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.
WF	Werkfeuerwehr
WHO	Weltgesundheitsorganisation

# 1 Aufgabenstellung

Die Gründe, sich mit den Ursachen von Gebäudebränden aus risikologischer Sicht auseinanderzusetzen, können mannigfaltig sein, die Facetten des Themas sind vielfältig. Daher muss zunächst die genaue Zielstellung definiert und das grundsätzliche Vorgehen beschrieben werden.

## 1.1 Veranlassung

Brände verursachen jedes Jahr enorme Schäden. Während die Zahl der Brandsterbefälle in den letzten Jahren tendenziell abnahm (Statistisches Bundesamt, 2021a), nehmen die durch Brände verursachten Schäden – vor allem in baulichen Anlagen – zu (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., 2019).

Laut dem Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V. (2020) werden Brände vor allem durch Elektrizität, menschliches Fehlverhalten und Brandstiftung verursacht.

In Deutschland steht für die Prävention und die Bekämpfung von Bränden ein umfangreiches Repertoire an Maßnahmen zur Verfügung. Um diese effizient einsetzen zu können, bedarf es der Kenntnis über die Zusammenhänge zwischen den Maßnahmen zur Prävention beziehungsweise zur Bewältigung und den Risikoschwerpunkten von Brandereignissen. Zur Detektion von Risikoschwerpunkten ist es erforderlich, sich mit den Szenarien auseinanderzusetzen, die einen hohen Schaden hervorrufen oder eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit haben. Der Ursache des Geschehens kommt dabei eine besondere Rolle zu.

Zur Bestimmung von Wirkungszusammenhängen existieren wenig belastbare und keine repräsentativen Statistiken. Obwohl aus Fachkreisen seit Jahrzehnten eine vollumfängliche Brandstatistik gefordert wird, um Erkenntnisse auf dem empirischen Weg zu generieren, konnten sich bislang nur Einzelstatistiken durchsetzen, die aus den unterschiedlichsten Motivationen heraus erstellt wurden. Häufig decken diese Statistiken nur Partikularinteressen ab und liefern keine übergreifenden Erkenntnisse.

Um die Wirksamkeit von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen zu untersuchen, initiierte das Referat 14 der vfdb 2010 das Projekt „Brandschadenstatistik“ (Döbbeling et al., 2012). Auf Grundlage von Einsatzangaben deutscher Feuerwehren konnten so zahlreiche Daten zu Brandeinsätzen – von der Alarmierung der Feuerwehr bis zu den entstandenen Schäden – erhoben und ausgewertet werden, die mit der Veröffentlichung des Technischen Berichts 2020 nun auch der Fachwelt zur Verfügung stehen (siehe Festag & Döbbeling, 2020) und weiter ausgewertet werden können.

## 1.2 Zielstellung

Mit Hilfe der Daten aus der vfdb-Brandschadenstatistik können Aussagen über die Wirksamkeit von Brandschutzmaßnahmen getroffen und umfangreiche statistische Erkenntnisse über das Phänomen des Brandes erarbeitet werden (Festag & Döbbeling, 2020).

Die einheitlich erfassten Angaben zu den Gebäudebränden sollen im Rahmen dieser Arbeit dazu genutzt werden, um mit Hilfe statistischer Auswertungen tiefergehende Erkenntnisse über die Brandgeschehen zu gewinnen. Durch die empirische Untersuchung von Ereignismerkmalen und dem Schadenausmaß sollen Risikoschwerpunkte identifiziert werden. Da umfangreiche Maßnahmen zum Schutz vor oder zur Bewältigung von Bränden dann zum Einsatz kommen, wenn das mit dem Brandereignis einhergehende Risiko hoch ist, werden diese Aspekte ebenfalls beleuchtet. Übergeordnete Aspekte, wie zeitliche und räumliche Gegebenheiten, werden betrachtet, um übergreifende Abhängigkeiten herauszustellen.

Diese Arbeit konzentriert sich vor allem auf die statistischen Ergebnisse, die im Zusammenhang mit den Angaben zu den vermuteten Brandursachen stehen, da diese eine wesentliche Einflussgröße bei Bränden darstellen. Außerdem können Erkenntnisse zu Brandursachen Ansatzpunkte für präventive Schutzmaßnahmen bieten. Die Charakterisierung der Brandursachen stellt deshalb einen wichtigen Teilaspekt dieser Arbeit dar.

Daneben soll geklärt werden, ob die statistischen Erkenntnisse der vfdb-Brandschadenstatistik durch vorhandene Statistiken gestützt werden.

### 1.3 Aufbau der Arbeit

Der Kern der Arbeit bezieht sich auf die vfdb-Brandschadenstatistik. Um die Ergebnisse dieser Erhebung besser einordnen zu können, wird zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt, die klären soll, wie sich die empirische Datenlage im Bereich des Brandschutzes entwickelt hat und welche Bedeutung statistische Erhebungen für die Brandschutz- beziehungsweise die Sicherheitsforschung haben (siehe Kapitel 2).

Da die Umstände, die zu einem Brand führen, komplex sind, müssen bei der Untersuchung von Brandursachen eine Reihe von Faktoren berücksichtigt werden. Es ist obligat, sich mit der Einordnung von Brandursachen auseinanderzusetzen, um die für eine empirische Analyse relevanten Faktoren identifizieren zu können. Kapitel 3 setzt sich deshalb mit den in der Praxis gängigen Klassifizierungen auseinander und erläutert die Bedeutung im Kontext von Risikobetrachtungen.

Zur Beantwortung der übergeordneten Fragestellung werden verschiedene inhaltliche Aspekte analysiert. Die genauen Verfahren und die zur Anwendung kommenden Hilfsmittel für die empirische Analyse werden im Methodenteil näher erläutert (siehe Kapitel 4).

Anschließend werden die Ergebnisse der empirischen Analyse entsprechend der Schwerpunktsetzung präsentiert (siehe Kapitel 5), bevor wesentliche Ergebnisse zusammengefasst (siehe Kapitel 6) und diskutiert werden (siehe Kapitel 0).

Die sich für den Bereich der empirischen Sicherheitsforschung ergebenden Weiterentwicklungsmöglichkeiten werden in einem abschließenden Fazit und Ausblick behandelt (siehe Kapitel 8).

Der grundsätzliche Aufbau dieser Arbeit ist in Bild 1 dargestellt.

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b>
	Veranlassung für die Ausarbeitung, Zielstellung und Vorgehensweise
<b>2</b>	<b>Statistische Erhebungen</b>
	Begriffliche Abgrenzungen, historische Entwicklung, aktueller Stand und verfügbare Statistiken
<b>3</b>	<b>Brandursachen</b>
	Klassifizierung von Brandursachen und Bedeutung der Brandursachen aus risikologischen Gesichtspunkten
<b>4</b>	<b>Methodik und Vorgehensweise</b>
	Inhaltliche Schwerpunktsetzung und Beschreibung der Durchführung der empirischen Analyse
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>
	Darstellung der Analyseergebnisse
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b>
	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>
	Diskussion relevanter Analyseergebnisse
<b>8</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>
	Ausblick zu Weiterentwicklungsmöglichkeiten im Bereich der empirischen Sicherheitsforschung

Bild 1: Zusammenfassende Darstellung der Herangehensweise

## **2 Statistische Erhebungen**

Statistische Erhebungen stellen eine wichtige Grundlage für empirische Untersuchungen dar. Um die Bedeutung der vfdb-Brandschadenstatistik zu verstehen, ist es notwendig sich, mit der Entwicklung und Abgrenzung von Statistiken im Bereich des Brandschutzes zu beschäftigen.

Da für brandschutztechnische Fragestellungen eine viele von Einzelstatistiken existieren, sollen an dieser Stelle die für die Fragestellung relevanten Statistiken kurz vorgestellt werden.

### **2.1 Begriffliche Abgrenzungen**

In der Fachliteratur finden sich verschiedene Angaben zu statistischen Quellen im deutschen Feuerwehrwesen (Schatz, 2001; Wagner, 2002). Zielsetzungen und Inhalte von Feuerwehr-, Einsatz-, Brand- oder Brandschadenstatistik lassen sich nicht streng voneinander abgrenzen. Zudem sind die Begrifflichkeiten nicht genau definiert. Zur Einordnung der Relevanz der verschiedenen statistischen Erhebungen ist eine genauere Analyse hilfreich.

Feuerwehrstatistiken zielen im Wesentlichen auf die Verbesserung der Sicherheitsstandards bei Bränden und die Optimierung des Ressourceneinsatzes ab und beinhalten nach Festag und Döbbling (2020) vor allem Informationen zum Ereignis, zur Tätigkeit der Feuerwehr und zu Kriterien, die der Analyse des Ereignisses aus Sicht des Brandschutzes dienen. Häufig werden diese Statistiken als Jahresstatistik erstellt.

Feuerwehreinsatzstatistiken bilden einen Teil der Feuerwehrstatistiken und beschreiben die Einsatzaktivitäten einer Feuerwehr. Nach Festag und Döbbling (2020) beinhaltet eine solche Statistik im Wesentlichen Daten über Art und Zeitpunkte von Einsätzen, gegebenenfalls auch weitere einsatzbezogene Daten zur Qualitätsverbesserung – beispielsweise für die Ermittlung von Hilfsfristen oder zur Optimierung von Standorten. Die Daten werden in der Regel von den Einsatzleitsystemen automatisch generiert, sind aber oft nur eingeschränkt verfügbar, da sie kommunalpolitisch brisant sein können (Festag & Döbbling, 2020).

In Abgrenzung zur Feuerwehrstatistik umfassen Brand- respektive Brandschadenstatistiken nach Festag und Döbbeling (2020) vor allem Daten zu Brandursachen, -verläufen, -auswirkungen und -schäden sowie zu eingesetzte Brandschutzmaßnahmen und Brandbekämpfungsmitteln. Die mit Hilfe einer Brandstatistik gewonnenen Informationen dienen dabei vor allem der Verbesserung präventiver Brandschutzmaßnahmen und der Optimierung der Brandbekämpfung. Der Fokus der Brandschadenstatistik liegt vor allem auf den Schäden und den Auswirkungen von Brandereignissen (Festag & Döbbeling, 2020).

## 2.2 Historische Entwicklung

Ungeachtet der Tatsache, dass es an Einzelstatistiken, beispielsweise von Kriminalpolizeibehörden, Sachversicherern, Unfallversicherungsträgern oder Fachverbänden, nicht mangelt, hat sich eine bundeseinheitliche, repräsentative Brandstatistik – trotz erkannter Notwendigkeit – in Deutschland bis heute nicht durchgesetzt (Festag et al., 2014; Hosser & Hagen, o.D.). Da die Einzelstatistiken jedoch auf unterschiedlichen Basisdaten beruhen und gegenseitig nicht abgeglichen werden können, kann über diese kein repräsentatives Bild über das Brandgeschehen in Deutschland erstellt werden (Festag & Döbbeling, 2020).

Die ersten Anstrengungen zur Etablierung einer einheitlichen Brand- und Feuerwehrstatistik gab es nach Wagner (2002) bereits vor über fünfzig Jahren. Danach existierten in den Jahren 1966–1970 mehrere Initiativen seitens der vfdb, die sich für eine bundesweite Statistik einsetzten. Alle Bestrebungen mündeten schließlich 1969 in einer Studie zur Entwicklung eines bundeseinheitlichen Brandberichtsformulars als Unterlage für die statistische Auswertung. Dieses einheitliche Berichtsformular sollte den Grundstein für die Brand- und Feuerwehrstatistik legen (Glor, 1970).

Erst dreißig Jahre später, um die Jahrtausendwende, erfolgte ein erster konkreter Versuch der Implementierung einer bundesweiten Statistik. Auf Initiative einer kleinen Gruppe innerhalb der vfdb entstand 1999 die Idee, ein EDV-gestütztes System für die bundeseinheitliche Brand- und Feuerwehrstatistik einzusetzen. Als Projektträger führte die vfdb ein Pilotprojekt durch und etablierte schließlich 2002 das statistische Auswerte- und Analyse-System „InterSTRES“ (Wagner, 2002).

Im Rahmen einer öffentlichen Sitzung des Technisch-Wissenschaftlichen Beirats der vfdb macht Döbbeling (2000) auf die prominenter werdenden Forderungen nach einer Feuerwehrstatistik aufmerksam. Neben der lange geforderten Brandstatistik seien aufgrund der Einführung neuer Steuerungsmodelle und Kostenrechnungen Vergleichsdaten zur Effektivität und Wirtschaftlichkeit erforderlich. Nach Döbbeling hat sich die Forderung zum damaligen Zeitpunkt gewandelt – hin zu einer Feuerwehrstatistik mit integrierter Brandstatistik.

Wider Erwarten führte die von der vfdb geförderte und empfohlene Software InterSTRES kurzfristig nicht zur Schaffung einer ausreichenden nationalen Datenbasis (Hosser & Hagen, o.D.). Da das Interesse an Daten zur Wirksamkeit von Maßnahmen des baulichen, anlagentechnischen und abwehrenden Brandschutzes weiterhin groß war, initiierte das Referat 14 der vfdb 2010 ein Projekt, um anhand von Angaben von Feuerwehren zu Gebäudebrandeinsätzen auf statistischer Basis die Wirksamkeit von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen zu beurteilen (Döbbeling et al., 2012).

Aufgrund der vielversprechenden ersten Ergebnisse und zur weiteren Quantifizierung wurde die Brandschadenstatistik des Referats 14 nach der Pilotphase weiter fortgeführt (Döbbeling et al., 2012). Mittlerweile konnten durch zwei Erhebungsphasen 5.016 Einsatzdaten gewonnen werden, deren Ergebnisse in einem Technischen Bericht veröffentlicht wurden. Eine dritte Erhebungsphase wird durchgeführt (Festag & Döbbeling, 2020).

### **2.3 Aktueller Stand**

Die beschriebene Entwicklung lässt die Vermutung zu, dass fundamentale Probleme die Etablierung einer bundeseinheitlichen Vollstatistik bis dato verhinderten.

Jeder Brand, bei dem die Feuerwehr tätig wird, wird im Rahmen der feuerwehreigenen Einsatzdokumentation in Form eines Brandberichts erfasst. Daneben gibt es aber Brandfälle – vornehmlich Entstehungs- und Kleinbrände – bei denen die Feuerwehr keine Information erhält, da sie ohne deren Einsatz gelöscht werden (Festag & Döbbeling, 2020). Daraus folgt, dass eine nur auf den Daten der Feuerwehr basierende Statistik – wie die vfdb-Brandschadenstatistik – diese Dunkelziffer nicht abbilden wird.



Des Weiteren stellt die Art und Weise der Berichterstellung ein Hindernis dar. Aufgrund der föderalen und kommunalen Zuständigkeiten und Strukturen des deutschen Brandschutzwesens sind die Brandberichte nicht genormt. Uneinheitliche Erhebungskriterien, die sich gegebenenfalls in Qualität und Umfang stark unterscheiden, gestalten eine feuerwehrübergreifende Zusammenführung und die Ableitung eines Gesamtbilds über das Brandvorkommen in Deutschland schwierig (Festag & Döbbeling, 2020).

Eine weitere Schwierigkeit resultiert aus der Motivation der Feuerwehr zur Erstellung einer Dokumentation. Der Brandbericht dient vornehmlich der Dokumentation des Einsatzes und damit der Nachvollziehbarkeit des Einsatzverlaufs, der rechtlichen Absicherung der eigenen Handlungen und teilweise auch der Erörterung einer Kostenpflicht (Festag et al., 2014; Festag & Döbbeling, 2020). Da die Dokumentation arbeits- und zeitaufwendig ist (Döbbeling et al., 2012), werden für einen weitergehenden Erkenntnisgewinn relevante Angaben nicht erfasst.

Da die Gestaltung des Brandschutzes im Verantwortungsbereich der Bundesländer liegt und eine nationale gesetzliche Grundlage für eine Brandstatistik fehlt, besteht keine Verpflichtung zur Erfassung und Weitergabe einsatzspezifischer Informationen (Festag & Döbbeling, 2020; Wagner, 2002). Der Aufwand für die auf freiwilliger Basis beruhenden Weitergabe von einsatzspezifischen Angaben wirft Fragen der Kostenerstattung auf und erfordert eine Anonymisierung der Daten (Festag & Döbbeling, 2020).

Diese Dilemmata bestehen schon seit geraumer Zeit und wurden bereits vor über 50 Jahren auf der Jahresfachtagung der vfdb 1970 diskutiert (Glor, 1970). Lösungsvorschläge wurden damals ebenfalls unterbreitet – so wurde zum Beispiel

- die Einbindung der Sachversicherer gefordert, um auch Brände, die ohne Beteiligung der Feuerwehr stattfinden, zu erfassen,
- ein einheitliches Formular zur Datenerhebung entwickelt, was Grundvoraussetzung für eine einheitliche Statistik ist,
- die Etablierung einer Zentralstelle für Brandstatistik gefordert und
- die Notwendigkeit der Klärung der Kostenfrage dargelegt (Glor, 1970).

Trotz vielversprechender Versuche in der Vergangenheit kann in Deutschland im Gegensatz zu den meisten Industrieländern nicht auf eine Gesamtstatistik zurückgegriffen werden. Letztlich fehlen sogar wesentliche Informationen, wie die Anzahl der Brände pro Jahr oder der Anteil der Brände ist, bei denen die Feuerwehr involviert ist (Döbbeling, 2000; Festag & Döbbeling, 2020).

Werden über Brandstatistiken weitergehende Erkenntnisse zu den Ursachen und den Auswirkungen von Bränden gewonnen, hat dies positiven Einfluss auf die Gestaltung des Brandschutzes. Es lassen sich präventive Brandschutz- und Brandbekämpfungsmaßnahmen besser abstimmen und weiterentwickeln (Festag, 2016; Festag & Döbbeling, 2020).

Statistische Erkenntnisse haben einen Benefit für die verschiedensten Nutzerkreise, wie Feuerwehren, Brandschutzplaner, Versicherungen, Hersteller, Dienstleister von Brandschutzmaßnahmen und die Wissenschaft, und können Einfluss auf baurechtliche Festlegungen, Normen und Versicherungsbedingungen nehmen oder Kompensationen, Abweichungen und Erleichterungen absichern (Festag, 2016).

Die vfdb-Brandschadenstatistik dient aktuell als hilfreiche Datenquelle, die Notwendigkeit einer umfassenden Erhebung ist bis dato aber nicht gelöst zu sein.

## 2.4 Verfügbare Statistiken

Der Fokus dieser Arbeit liegt vor allem auf der vom Referat 14 der vfdb durchgeführten Brandschadenstatistik. Die in Deutschland vorhandenen Einzelstatistiken zu Ursachen und Folgen von Brandereignissen sollen nicht außer Acht gelassen werden. Gegebenenfalls erlauben sie eine Überprüfung der Daten auf Konsistenz oder liefern ergänzende Informationen.

Um einen Überblick über die Datenlage zu erhalten, werden nachfolgend Zielsetzung und inhaltliche Schwerpunkte der vfdb-Brandschadenstatistik und weiterer relevanter Einzelstatistiken vorgestellt, auf die im Rahmen dieser Arbeit zurückgegriffen wird.

### 2.4.1 vfdb-Brandschadenstatistik

Mit dem vom Referat 14 der vfdb initiierten Projekt „Brandschadenstatistik“ sollen statistische Erkenntnisse über reale Brandeinsätze in Deutschland von der Alarmierung der Feuerwehr bis zu den entstandenen Brandschäden generiert werden (Festag, 2016).

Über einheitliche Erfassungsbögen (siehe Festag & Döbbling, 2020) werden Informationen, beispielsweise zum betroffenen Gebäude, der vermuteten Brandursache, dem Schadensausmaß und zu Brandschutz- und Brandbekämpfungsmaßnahmen, erfasst. Über die umfassenden Abfrageblöcke (siehe Anhang A) und Erfassungskriterien werden so Daten zu Gebäudebrandeinsätzen von Berufs-, Werk- und Freiwilligen Feuerwehren unterschiedlicher Größe und aus unterschiedlichen Regionen deutschlandweit gesammelt (Festag & Döbbling, 2020).

Es handelt sich weder um eine repräsentative noch eine Vollstatistik. Da die Daten zu den Gebäudebrandeinsätzen aber quasi-zufällig hinsichtlich des Zeitpunktes, des Ortes, der Ursache des Brandereignisses und der vorhandenen Brandschutzmaßnahmen sind, können statistische Zahlen später auf eine Grundgesamtheit hochgerechnet werden (Festag, 2016).

Schwerpunkt der Erhebung ist nach Festag und Döbbling (2020) die Untersuchung der Wirksamkeit der eingeleiteten (anlagentechnischen) Brandschutzmaßnahmen. Die Notwendigkeit einer solchen Erhebung ergibt sich unter anderem aus der Diskrepanz zwischen der Bedeutung von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen zur Erreichung von Brandschutzzielel einerseits und den fehlenden Belegen der Wirksamkeit auf der anderen Seite (Festag & Döbbling, 2020).

Daneben können die Daten der Erhebung auch genutzt werden, um Erkenntnisse über das Phänomen des Brandes herauszustellen. Wichtig ist das beispielsweise, um Erkenntnisse zu gewinnen, die in die Risikoprävention und -bewältigung einfließen können (Festag, 2016; Festag & Döbbling, 2020).

Zur Vorbereitung des eigentlichen Hauptprojekts und um Erfahrungen mit dem Erfassungsbogen zu sammeln, wurde 2010 ein Pilotprojekt gestartet, bei dem Daten aus 580 Feuerwehreinsätzen von vier Feuerwehren erhoben wurden (Döbbling et al., 2012).

Das anschließende Hauptprojekt gliedert sich in mehrere Erhebungs- beziehungsweise Projektphasen (Festag & Döbbling, 2020):

- Projektphase I: Im Zeitraum von 2013–2015 übersandten 18 Feuerwehren Fragebögen zu 2.775 Gebäudebrandeinsätzen (davon 681 reale Brandereignisse).
- Projektphase II: Über die Jahre 2016–2017 wurden 2.241 Erfassungsbögen von 11 Feuerwehren zu Gebäudebrandeinsätzen übermittelt. In 535 Fällen lag laut der Feuerwehren ein tatsächlicher Brand vor.
- Projektphase III: Diese Phase umfasst Daten, die nach der Veröffentlichung der vfdb-Brandschadenstatistik (Festag & Döbbling, 2020) erhoben werden.

Da der Erhebungsbogen nach dem Pilotprojekt geringfügig geändert wurde, können die Daten aus der Pilot- und Hauptphase nicht zusammengeführt werden (Festag & Döbbling, 2020). Über die Erfassungsbögen der Hauptprojektphasen I und II liegen jedoch Informationen zu 5.016 Gebäudebränden vor (Festag & Döbbling, 2020), die im Rahmen dieser Arbeit genutzt werden.

#### **2.4.2 Weitere statistische Quellen**

Das Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung e.V. (IFS) ist eine Einrichtung der öffentlichen Versicherer, die im Auftrag von Mitgliedern oder externen Kunden Ursachenermittlungen durchführt (Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V., o.D.b). Alle grundlegenden Fakten und Untersuchungsergebnisse werden in einer Schadendatenbank erfasst, auf deren Grundlage jährliche Ursachenstatistiken veröffentlicht werden.

Mittlerweile umfasst diese Schadendatenbank rund 35.000 Einträge (Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V., o.D.a). Für die vorliegende Arbeit ist vor allem die Ursachenstatistik zu den Brandschäden relevant. Beachtet werden muss, dass die Kriterien, nach denen das IFS mit der Brandursachenermittlung beauftragt wird, vom Auftraggeber abhängig sind, weshalb die Statistik nicht repräsentativ für das gesamte Schadengeschehen ist (Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V., 2020).

Das Bundeskriminalamt (BKA) erstellt im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit in kriminalpolizeilichen Angelegenheiten auf Grundlage von Daten der Landeskriminalämter

(LKA) kriminalpolizeiliche Analysen und Statistiken, um die Entwicklung der Kriminalität zu beobachten (Bundeskriminalamt, 2020). Auf dieser Grundlage veröffentlicht das BKA jährlich die so genannte „Polizeiliche Kriminalstatistik“ (PKS).

Die in vier Bänden veröffentlichte PKS (Bundeskriminalamt, 2018a, 2018b, 2018c, 2019) enthält insbesondere Angaben über Art und Anzahl der erfassten Straftaten, Tatort und Tatzeit, Opfer und Schäden, Aufklärungsergebnisse sowie Alter, Geschlecht, Nationalität und andere Merkmale der Tatverdächtigen (Bundeskriminalamt, 2018a).

Die PKS enthält Angaben zu polizeilich registrierten Bränden, also solchen, die durch Brandstiftung oder das Herbeiführen einer Brandgefahr verursacht wurden (Bundeskriminalamt, 2018a), weshalb sie für die Untersuchung von vorsätzlich gelegten Bränden relevant ist.

Der Deutsche Feuerwehrverband e.V. (DFV) publiziert jährlich eine Feuerwehrstatistik, die auf vier verschiedenen Statistiken beruht. Zum einen beinhaltet sie Daten der von den Innenministerien initiierten Landesstatistiken, andererseits berücksichtigt sie Daten der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Angaben zur Todesursachenstatistik und eigene Erhebungen der Deutschen Jugendfeuerwehr (Deutscher Feuerwehrverband, 2017). Auch wenn die DFV-Statistik keine Gebäudebrand-spezifischen Informationen beinhaltet, sind organisationsspezifische Daten für übergeordnete Betrachtungen durchaus relevant.

Beim Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) handelt es sich um die Dachorganisation der privaten Versicherungswirtschaft in Deutschland. Der GDV veröffentlicht jährlich die wichtigsten Kennzahlen aus der Versicherungsbranche und liefert weitere spartenspezifische Fakten, beispielsweise zur Häufigkeit bestimmter Schadenfälle und zu durchschnittlichen Schadenaufwendungen (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., o.D.c). Die Statistiken der GDV spielen damit eine wichtige Rolle bei der Untersuchung von Ereignishäufigkeiten oder der Beurteilung von Schadenfolgen. Berücksichtigt werden muss, dass verschiedene Versicherungssparten bei der Regulierung eines Brandes involviert sein können. Abhängig vom Schaden und von der Nutzung des Gebäudes sind beispielsweise Gebäude-, Hausrat-, Haftpflicht- oder Betriebsunterbrechungsversicherungen beteiligt. Bei der Interpretation der Daten muss berücksichtigt werden, dass nicht alle Brandfälle über die GDV-Statistik

erfasst werden. Schließlich handelt es sich bei den angeführten Versicherungen nicht um Pflichtversicherungen. Zudem können Versicherer im Schadenfall leistungsfrei sein.

Die vom Statistischen Bundesamt (Destatis) geführte und jährlich publizierte Todesursachenstatistik liefert weitere Informationen zu den Auswirkungen von Brandereignissen. Als Vollstatistik umfasst sie alle Sterbefälle der Wohnbevölkerung Deutschlands und erfasst alle zugrunde liegenden Todesursachen (Statistisches Bundesamt, o.D.). Datengrundlage bilden dabei die Todesbescheinigungen, die im Rahmen der ärztlich durchgeführten Leichenschau ausgestellt werden (Statistisches Bundesamt, 2020).

Seit 1998 werden die Todesursachen gemäß der 10. Revision der Internationalen Klassifikation der Krankheiten und Todesursachen (ICD-10) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) kodiert (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2014). In Zusammenhang mit einem Brandereignis stehende Sterbefälle werden dabei, abhängig von den Umständen, über verschiedene Kategorien erfasst, was eine präzise Differenzierung der Todesumstände erlaubt. Die Todesursachenstatistik spielt bei der Betrachtung von Ursachen und Auswirkungen von Gebäudebränden eine wichtige Rolle, da sie zum einen vollumfänglich erhoben wird und zum anderen aufgrund der Schwere des Ereignisses besonderer Beachtung bedarf.

### **3 Brandursachen**

Feuer, die sich unkontrolliert ausbreiten können, sind stets mit Schäden verbunden (Bussenius, 1996). Sich mit der zerstörerischen Seite von Bränden auseinanderzusetzen und die Aspekte der Schadensbewertung und der Entstehungsursachen zu beleuchten, ist sowohl aus Sicht des technischen Fortschritts, für das gesellschaftliche Wohlbefinden und schlussendlich auch in der Betrachtung juristischer Konsequenzen von großer Bedeutung (Steinbach et al., 2013).

Es gibt die unterschiedlichsten Motivationen, sich mit den Ursachen eines Brandfalls auseinanderzusetzen. Während Ermittlungsbehörden beispielsweise die Feststellung und Aufdeckung von Straftaten im Blick haben, versuchen Sachversicherer primär die eigene Leistungserbringungspflicht zu klären. Daneben kann die Untersuchung von Brandursachen aber – und hierbei handelt es sich vermutlich um einen unterschätzten Aspekt – wertvolle Informationen für die Prävention liefern.

Da die Entstehungsbedingungen eines Brandes mannigfaltig sind, müssen Ursachenbetrachtungen die verschiedensten Aspekte einschließen. Bevor herausgestellt wird, welche Bedeutung die Untersuchung von Brandursachen aus risikologischer Sicht hat, ist es notwendig, sich mit der Systematik von Brandentstehungsbedingungen zu befassen. Nur so kann gewährleistet werden, dass bei der späteren empirischen Analyse alle relevanten Aspekte eingeschlossen werden, die für eine Charakterisierung von Brandursachen notwendig sind.

#### **3.1 Klassifizierung von Brandursachen**

Unter der Brandursache wird im Allgemeinen der Vorgang verstanden, der einen Brand auslöst (Deutsches Institut für Normung e.V., 2018). Die Trivialität dieser Beschreibung wird der innewohnenden Komplexität dieses Vorgangs aber nicht gerecht.

Während einige grundlegende Mechanismen des Brandes, wie der Zünd- oder Verbrennungsvorgang, in der Literatur ausführlich beschrieben und definiert sind (siehe beispielsweise Bussenius, 1996; Steinbach et al., 2013), hat sich eine einheitliche Beschreibung der Entstehungsbedingungen von Bränden bis dato noch nicht durchgesetzt. In der Fachwelt existiert kein Schema, das alle Ursachen widerspruchsfrei,

systematisch und logisch aufzeigt (Steinbach et al., 2013). Für die Untersuchung von Brandursachen sind Klassifizierungen aber essenziell, um alle wesentlichen Aspekte der Brandentstehung zu erfassen.

Viele Ansätze zur Klassifizierung von Brandursachen orientieren sich an den Grundvoraussetzungen für die Entstehung beziehungsweise die Aufrechterhaltung einer Verbrennungsreaktion: Ein brennbarer Stoff, ein Oxidationsmittel und eine Zündquelle mit ausreichender Zündenergie müssen in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung so vorliegen, dass eine ungehemmte chemische Kettenreaktion stattfinden kann.

Diese Voraussetzungen werden häufig über das sogenannte Brandtetraeder (National Fire Protection Association, 2020) oder Branddreieck (U. Schneider et al., 2011) dargestellt. Jede Brandursache oder jedes brandursächliche Schadensereignis lässt sich letztlich auf diese Voraussetzungen zur Entstehung eines Brandes zurückführen (D. Schneider, 1998).

In einigen Systematiken steht ausschließlich die Zündquelle mit ausreichender Zündenergie im Fokus, da davon ausgegangen wird, dass das Oxidationsmittel – in vielen Fällen der Luftsauerstoff – sowie der brennbare Stoff im Regelfall vorhanden sind (D. Schneider, 1998). Eine Übersicht über potenzielle Zündquellen liefern beispielsweise die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 723 und 800 (Ausschuss für Gefahrstoffe, 2010, 2019). Die Einteilung nach Art der Zündquelle ist für die Bestimmung der Brandursache aber zu oberflächlich (D. Schneider, 1998; Steinbach et al., 2013).

In der Versicherungswirtschaft für den Sachbereich wird hingegen der so genannte Schadenschlüssel benutzt, um Schäden, die durch Brände hervorgerufen werden, zu erfassen und auszuwerten (VdS Schadenverhütung GmbH, 2000). Durch die Angabe eines Schadengrunds (Erstschlüssel) und eines Hauptschadenbereichs (Zweitschlüssel) soll so eine aussagekräftige Schadenanalyse möglich sein (VdS Schadenverhütung GmbH, 2000). Während der Schadengrund im Kontext von Bränden immer gleich aufgeschlüsselt ist, ist der Hauptschadenbereich abhängig von der versicherten Branche unterschiedlich. Diese deskriptive Systematik ist nach Steinbach et al. (2013) zwar geeignet, um eine Risikoanalyse durchzuführen, stellt aber auch keine zufriedenstellende Systematik für Brandursachen dar.



Mit der DIN 14010 soll eine einheitliche Kennzeichnung, Erfassung und Auswertung von Bränden für alle Zwecke des Brandschutzes möglich sein, um auf deren Grundlage beispielsweise Gefahrschwerpunkte bei der Brandentstehung und -ausbreitung zu detektieren, die Wirksamkeit neuer Schutzmaßnahmen zu überprüfen oder mögliche Auswirkungen von gesetzlichen Änderungen zu analysieren (Deutsches Institut für Normung e.V., 2019). Um festzustellen, wodurch ein Brand entstanden ist, sollen nach dieser Norm Angaben

- zur Auslösung der Zündung,
- zur Herkunft der Zündenergie,
- zum zuerst in Brand gesetzten Stoff,
- zur geschätzten Menge des zuerst in Brand gesetzten Stoffes und
- zum Gegenstand, dessen Bestandteil der zuerst in Brand gesetzte Stoff war,

gemacht werden (Deutsches Institut für Normung e.V., 2019).

Im Vergleich zu den zuvor genannten Systematiken scheinen die Erfassungskriterien nach der DIN 14010 sehr umfangreich zu sein, da detaillierte Angaben sowohl zur Zündquelle als auch zum brennbaren Stoff berücksichtigt werden.

In der Praxis der Brandursachenermittlung haben sich weitaus weniger komplexe Einteilungen etabliert. Cicha (2019) beschränkt sich zum Beispiel auf drei Hauptgruppen – natürliche Brandursachen, die die Einwirkung von Zündquellen auf brennbare Stoffe und technische Brandursachen berücksichtigen.

Steinbach et al. (2013) hingegen fassen Brandursachen in vier Kategorien zusammen. Nach Meinung der Autoren ist als Brandursache vor allem die Quelle der Zündenergie maßgeblich, die entweder aus natürlichen, chemischen oder physikalischen Prozessen stammt oder aus einer Selbsterwärmung und Selbstentzündung resultiert.

Die verschiedenen Ansätze verdeutlichen, dass die Klassifizierung von Brandursachen unterschiedlich erfolgt und in keinem Fall abschließend ist. Die Gegenüberstellung in Anhang B – die sich auf die Zündquellen nach TRGS 723 und 800, auf die Schadenschlüssel der Versicherungswirtschaft, die Brandursachen gemäß vfdb-Brandschaden-

statistik und die notwendigen Angaben nach DIN 14010 konzentriert – zeigt, dass vor allem die Zielsetzung darüber entscheidet, wie die Systematisierung gestaltet ist.

Die in der vfdb-Brandschadenstatistik verzeichneten Angaben zur vermuteten Brandursache beziehen sich auf allgemeinere Aspekte der Brandentstehung. Detaillierte Betrachtungen, beispielsweise zur Zündquelle et cetera finden nicht statt. Um möglichst tiefgreifende Erkenntnisse zur Ursache von Gebäudebränden abzuleiten, ist es obligat, weitere ursachenspezifische Angaben zu berücksichtigen, wie es zum Beispiel die Systematik der DIN 14010 oder der Schadenschlüssel der Versicherungswirtschaft vorsieht. In vollem Umfang kann dieser Forderung mit der vfdb-Brandschadenstatistik zwar nicht nachgekommen werden, über eine Vielzahl weitere Abfragekategorien, die weitere Aspekte der Gebäudebrände erfassen, kann der Betrachtungshorizont jedoch erweitert werden.

### **3.2 Bedeutung der Brandursachen aus risikologischer Sicht**

„Brände und Explosionen entstehen nicht zwangsläufig, man kann sich vor ihnen und ihren Folgewirkungen schützen“ (Bussenius, 1996). Dieser Tatsache nimmt sich die Sicherheitswissenschaft an, in dem sie sich mit den Gesetzmäßigkeiten und den Wirkungsbedingungen bestimmter Risiken befasst, denen Menschen, die Umwelt und Sachwerte ausgesetzt sind (Radandt, 2014). Durch eine systematische Analyse und Kontrolle von Risiken soll auf diesem Weg eine Verringerung von Schäden und Verlusten erreicht werden. Betrachtungen, die sich auf die Ursachen von Gebäudebränden beziehen, spielen im Kontext von Risikobetrachtungen im Bereich des Brandschutzes, wie nachfolgend dargelegt, eine besondere Rolle.

Mit dem bei einem Brand inhärenten Schädigungspotential ist eine bestimmte Gefahr verbunden, weil die konkrete Möglichkeit der Schädigung eines zu schützenden Guts besteht (Compes, 1991). Wird die Gefahr als Produkt aus der Eintrittswahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ereignisses und dem Ausmaß des Schadens ausgedrückt, wird im Allgemeinen vom Risiko gesprochen, wobei wichtige Aspekte bei dieser Definition vernachlässigt werden (Festag, 2015). Beispielsweise lässt sich die Art des Zusammenhangs von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensschwere nicht a priori für alle Anwendungsbereiche festlegen (Ridder, 2015).

Compes (1981) beschreibt den Zusammenhang zwischen der Gefahr und der Schädigung über den so genannten Unfall-Ursachen-Kausalnexuss. Danach zeigt sich jedes Unfall-Ereignis, zu dem auch Brände gehören, in zeitabhängigen Stufen. Nach Compes handelt es sich dabei um die Ursache, die Wirkung und die Folge, wobei eine Entwicklung von einer bestimmten Gefährlichkeit zu einer bestimmten Schädlichkeit beobachtet werden kann. In diesem Wirkmodell ist der Ursprung eines Unfalls in einer Gefahr zu sehen, die über eine Raum-Zeit-Sach-Gleichheit von Gefährlichem und Gefährdeten zu einer Schädigung, und damit einem Schaden, führt (Barth, 2015; Compes, 1981).

Ausgehend von diesem Verständnis der Wirkungszusammenhänge bietet eine Gefährdungsanalyse die Möglichkeit, systeminhärente Gefährlichkeiten zu erfassen, um Gefahren durch sicherheitstechnische Maßnahmen zu beseitigen und somit den Eintritt eines Unfalls respektive eines Schadens zu verhindern (Compes, 1981). Unter Würdigung der Begriffsbestimmungen berücksichtigt eine Risikoanalyse darüber hinaus Aspekte, die die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Folgen einer Gefahr berücksichtigen.

Mit dem Unfall-Ursachen-Kausalnexuss lässt sich begründen, weshalb ein verbessertes Verständnis des Phänomens Brand wesentlich ist, um geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen (siehe Bild 2). Präventive Maßnahmen kommen zum Einsatz, um Einfluss auf die Ursache und die Wirkbeziehungen zu nehmen, Bewältigungsmaßnahmen kommen hingegen erst nach Wirksamwerden der Gefahr zum Einsatz, um die Folgen eines schädigenden Ereignisses abzumildern.



Bild 2: Darstellung des Unfall-Ursachen-Kausalnexuss, angelehnt an Compes (1981) sowie Barth (2015)

## **4 Methodik und Vorgehensweise**

Im Rahmen der durchgeführten empirischen Analyse werden Risikoschwerpunkte ausfindig gemacht und Wirkungszusammenhänge beschrieben. Die Themenstellung wird in verschiedenen Schwerpunkten bearbeitet (siehe Kapitel 4.1). Die konkrete Durchführung der empirischen Analyse wird in Kapitel 4.2 näher beschrieben.

### **4.1 Inhaltliche Schwerpunkte der Analyse**

Wie in Kapitel 3 ausgeführt, gibt es derzeit keine einheitliche Systematik zur Klassifizierung von Brandursachen. Zur Beschreibung der vermuteten Brandursache wird in der vfdb-Brandschadenstatistik zwischen vorsätzlicher Brandstiftung (Böswilligkeit), fehlerhaftem Umgang mit elektrischen Anlagen, fehlerhaftem Umgang mit offenem Feuer, sonstigem fehlerhaften Umgang, technischem Defekt, Umwelteinfluss (z.B. Blitzschlag, Marder), sonstigen sowie unbekanntem Ursachen differenziert (Festag & Döbbling, 2020).

Die Untersuchung der Brandursachen bezieht sich, angelehnt an die verschiedenen Brandursachen-Systematiken in Kapitel 3 respektive Anhang B, nicht nur auf den unmittelbaren Vorgang der Brandentstehung, sondern beinhaltet weitere, mit dem Brandgeschehen in Verbindung stehende Merkmale, wie das Objekt der Brandentstehung oder gebäudespezifische Faktoren.

Die Beschreibung von Risikoschwerpunkten erfolgt in der nachfolgenden Analyse rein qualitativ, indem einerseits Häufigkeiten bestimmter Ereignismerkmale und andererseits das Ausmaß der Schäden beleuchtet werden. Es werden die Ereignismerkmale vermutetes Objekt der Brandentstehung, Gebäudenutzung und Ort sowie Geschoss der Brandentstehung näher betrachtet.

Bei der Analyse des Schadensausmaßes werden die Brand- und Rauchausbreitung beim Eintreffen der Einsatzkräfte, die Anzahl der verletzten Personen und die Sterbefallzahl sowie der geschätzte Sachschaden berücksichtigt.

Der Einfluss von Brandschutzmaßnahmen darf bei Risikobetrachtungen ebenfalls nicht außer Acht gelassen werden, weil präventive Maßnahmen oft dort eingesetzt werden, wo

ein hohes Risiko besteht, und Bewältigungsmaßnahmen erfahrungsgemäß dann ausgeprägt sind, wenn das Schadensausmaß eines Ereignisses besonders hoch ist. Im Rahmen der Analyse werden deshalb die Gründe für einen beim Eintreffen bereits gelöschten Brand untersucht – dabei handelt es sich um Maßnahmen der Entstehungsbrandbekämpfung – sowie die notwendigen Löschwassermengen bei nicht bereits gelöschten Bränden und die Art der Brandmeldung in Betracht gezogen.

Aufgrund der Fülle der Daten und der Komplexität des Themas erfolgt die Bearbeitung der übergeordneten Fragestellung in einer inhaltlich abgestuften Vorgehensweise.

### 1) Einzelmerkmal-Analyse

Im ersten Teil der Analyse wird ein Überblick über allgemeine Aspekte der vfdb-Brandschadenstatistik gegeben und es werden statistisch relevante Faktoren für Risikobetrachtungen, wie die Häufigkeit von Ereignismerkmalen, das Schadensausmaß sowie Bewältigungs- und Schutzmaßnahmen, näher beleuchtet. Es soll herausgestellt werden, welche grundsätzlichen Risikomerkmale bei Gebäudebrandeinsätzen auftreten.

Die extrahierten ursachenunabhängigen Häufigkeitswerte dienen als Referenzwerte für die im zweiten Schritt ermittelten bedingten Häufigkeiten.

### 2) Analyse von risikorelevanten Verknüpfungen zur Brandursache

Durch die Verknüpfung der Angaben zu den vermuteten Brandursachen mit risikorelevanten Merkmalen werden tiefere Erkenntnisse zu Brandursachen generiert und Abhängigkeiten herausgestellt. Das heißt: die Interdependenz von Risikomerkmale und Brandursachen wird näher beleuchtet.

Hierdurch ist es ebenfalls möglich, die Brandursachen entsprechend der statistisch relevanten Aspekte zu charakterisieren.

### 3) Untersuchung übergeordneter Einflussfaktoren

Neben Erkenntnissen zur Häufigkeit oder Schadensschwere, die unmittelbar in Verbindung mit der vermuteten Brandursache stehen, spielen auch übergeordnete Aspekte eine wichtige Rolle bei Risikobetrachtungen im Kontext von Gebäudebrand-

einsätzen. Im dritten Teil der Analyse werden deshalb die Angaben zu den vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Art der Feuerwehr, geographischen (Gemeindegröße, Raumtypologie) und zeitlichen Aspekten untersucht, um Einsatzschwerpunkte herauszustellen und strukturelle Abhängigkeiten zu detektieren.

## **4.2 Durchführung der empirischen Analyse**

Den Kernpunkt dieser Arbeit bildet die statistische Analyse von Einsatzangaben zu Gebäudebrandeinsätzen, welche im Rahmen der vfdb-Brandschadenstatistik systematisch erhoben wurden. Dabei stellen die Gebäudebrandeinsätze die Untersuchungsobjekte dar, bei den Objekteigenschaften handelt es sich um die in der Statistik der vfdb erfassten Erhebungsmerkmale.

Bevor die Daten mit Hilfe von statistischen Methoden ausgewertet werden können, müssen die für die Fragestellung relevanten Informationen aus den Rohdaten generiert werden (siehe Kapitel 4.2.1).

Die empirische Analyse beruht im Wesentlichen auf Methoden der deskriptiven und Interferenz-Statistik (siehe Kapitel 4.2.2), wobei die Belastbarkeit der Daten eine besondere Prüfung erfordern (siehe Kapitel 4.2.3).

### **4.2.1 Datengewinnung**

Auf Basis der vfdb-Brandschadenstatistik können die für eine spezifische Fragestellung relevanten Daten auf Grundlage verschiedener Auswertungsverfahren extrahiert werden, die nachfolgend kurz dargestellt werden (Festag & Döbbling, 2020). Die Datenabfrage erfolgt über eine webbasierte Anwendung.

Bei der Gesamtauswertung wird der Datenbestand aller beteiligten Feuerwehren zusammengefasst, was einen allgemeinen Überblick über die Verteilung der Häufigkeiten der Erfassungskriterien erlaubt (Festag & Döbbling, 2020). Auf diesem Weg werden die erforderlichen Daten für die Einzelmerkmal-Analyse generiert. Es handelt sich dabei um univariate, also ein Merkmal umfassende, Datenreihen.

Darüber hinaus können Abfrageblöcke in zwei Dimensionen verknüpft werden, wodurch vertiefende statistische Erkenntnisse gewonnen werden können (Festag & Döbbling, 2020). Diese Form der Datenabfrage ist vor allem für die Analyse von risikorelevanten

Verknüpfungen zur Brandursache relevant (zweiter inhaltlicher Analyseschwerpunkt). Da bei der bivariaten Analyse nur diejenigen Gebäudebrandeinsätze berücksichtigt werden, bei denen Angaben zu beiden Merkmalen vorliegen, können sich die Zahlen im Vergleich zu den Angaben der Einzelauswertung in Nuancen unterscheiden.

Die so genannten feuerwehrspezifischen Einzelauswertungen würden die Identifizierung von Trends und Schwerpunkten im Einsatzspektrum der einzelnen Feuerwehren ermöglichen. Die Abfrageblöcke werden bei dieser Art der Abfrage einzeln und in Abhängigkeit von den einzelnen Feuerwehren ausgewertet, wodurch Häufigkeiten und Verteilungen der Erfassungskriterien innerhalb der Abfrageblöcke analysiert werden können und ein Überblick über die beteiligten Feuerwehren möglich ist. Feuerwehren, die sich mit weniger als 100 Erfassungsbögen beteiligt haben, wurden je Erhebungsphase zu einer Sammelgruppe zusammengefasst (Festag & Döbbling, 2020). In der vorliegenden Arbeit wird die feuerwehrspezifische Auswertung für Untersuchungen der Belastbarkeit von Daten verwendet.

Über Clusterauswertungen werden die Daten unter bestimmten Gesichtspunkten zusammengefasst. In der vfdb-Brandschadenstatistik werden die Cluster „Art der Feuerwehr“ und „Gemeindegröße“ berücksichtigt, worüber übergeordnete Erkenntnisse, beispielsweise zu Einsatzschwerpunkten in Abhängigkeit der Feuerwehrart und -größe oder regionale und strukturelle Gegebenheiten näher betrachtet werden können (Festag & Döbbling, 2020).

Darüber hinaus kann die Verteilung von bestimmten Merkmalen in Abhängigkeit von der Zeit – sowohl auf den Wochentag als auch auf die Tagesstunde gesehen – abgefragt werden.

Für die Untersuchung von zeitlichen, feuerwehrspezifischen und geographischen Abhängigkeiten (dritter inhaltlicher Analyseschwerpunkt) kommen die Clusterauswertung, die feuerwehrspezifische Einzelauswertung und die Auswertung der zeitlichen Verteilung zum Einsatz. Während für zeitliche und Feuerwehr-Art spezifische Untersuchungen ausschließlich auf Informationen der vfdb-Brandschadenstatistik zurückgegriffen werden kann, müssen für geographische Informationen weitere Quellen bemüht werden.

Bei den geographischen Abhängigkeiten werden neben der Gemeindegrößenklasse auch die regionalstatistische Raumtypologie und der Grad der Verstädterung untersucht. Die Gemeindegrößenklasse kann direkt über die Brandschadenstatistik abgerufen werden. Beim regionalstatistischen Raumtyp handelt es sich hingegen um eine vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) durchgeführte infrastrukturelle Einteilung auf Gemeindeebene, die insgesamt 17 Raumtypen berücksichtigt (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020b).

Das statistische Bundesamt erfasst den Grad der Verstädterung, der im Wesentlichen durch die Einwohnerdichte einer Gemeinde in Abhängigkeit der Einwohnerdichte umliegender Gemeinden bestimmt ist (Statistisches Bundesamt, 2021b). Sowohl die regionalstatistische Raumtypologie als auch der Grad der Verstädterung müssen über das BMVI und das DESTATIS abgefragt werden. Da bei der Veröffentlichung der vfdb-Brandschadenstatistik kein Rückschluss auf die teilnehmenden Feuerwehren möglich sein soll, werden die Informationen zu den geographischen Aspekten anonym behandelt. Die relevanten Daten der Statistik der vfdb werden über die feuerwehrspezifische Einzelauswertung generiert.

#### **4.2.2 Statistische Auswertung**

Nachdem die relevanten Daten aus den Rohdaten extrahiert wurden, folgt die eigentliche statistische Auswertung, die sich zur Beschreibung der Daten auf deskriptive Methoden stützt und ausgewählte inferenzstatistische Verfahren einsetzt, um über die Stichprobe hinausgehende Erkenntnisse abzuleiten (Bortz & Schuster, 2010).

Bei statistischen Verfahren müssen stets die Anwendungsgrenzen, beispielsweise das vorausgesetzte Skalenniveau, berücksichtigt werden. Im Rahmen der vfdb-Brandschadenstatistik werden größtenteils qualitative Merkmalsausprägungen auf dem Skalenniveau der Nominal- beziehungsweise Ordinalskala erhoben. Dabei handelt es sich, im Vergleich zu quantitativen Erhebungen, um ein niedriges Skalenniveau, weshalb die Anzahl und Präzision der erlaubten statistischen Verfahren eingeschränkt wird (Leonhart et al., 2017). Beispielsweise lässt sich bei nominalskalierten Variablen ausschließlich der Modus als Lageparameter bestimmen, bei ordinalskalierten Variablen zusätzlich der Median (Eckstein, 2014).



Es steht eine Bandbreite an deskriptiven und inferenzstatistischen Verfahren zur Verfügung, die teilweise divergierende Ziele verfolgen. Nachfolgend werden deshalb die zur Anwendung kommenden Methoden, angelehnt an die inhaltliche Schwerpunktsetzung, näher beschrieben.

### 1) Einzelmerkmal-Analyse

Ein Überblick über die Verteilung der in der Brandschadenstatistik erfassten Kriterien ist über die Darstellung der absoluten ( $n$ ) und relativen Häufigkeiten ( $h$ ) in Diagrammen (beispielsweise Balken-, Säulen- oder Kreisdiagrammen) und Häufigkeitstabellen möglich. Die relative Häufigkeit bezieht sich stets auf die Gesamtzahl der erfassten Merkmalsträger ( $N$ ).

Bei den univariaten Betrachtungen kommt in der nachfolgenden Analyse vor allen das sogenannte Pareto-Diagramm zum Einsatz. Nach Eckstein (2014) handelt es sich dabei um die graphische Darstellungsform einer geordneten Häufigkeitstabelle eines nominalen Merkmals. Sie kommt zum Einsatz, um schnell einen Überblick über die am häufigsten auftretenden Merkmalsausprägungen zu erhalten. Obwohl für nominale Merkmale wegen nicht definierter Ordnungsrelationen kumulierte Häufigkeiten nicht sinnvoll sind, werden sie im kombinierten Pareto-Diagramm durch die aus den Häufigkeiten abgeleiteten Ordnungsrelationen begründet (Eckstein, 2014). Die absoluten Häufigkeiten der einzelnen Merkmalsausprägungen werden über das Säulendiagramm, der prozentuale Anteil der kumulierten Häufigkeiten über das Liniendiagramm dargestellt. Mit Hilfe des kombinierten Pareto-Diagramms kann der Schwerpunkt einer Verteilung dargestellt werden, dessen Variablenausprägungen nominal- oder ordinalskaliert sind. Da sich mit dieser Art der Darstellung die wesentlichen Merkmalsausprägungen veranschaulichen lassen, eignet sie sich besonders bei Risikobetrachtungen.

Rückschlüsse aus der Stichprobe auf die Grundgesamtheit sind mit Hilfe der Intervallschätzung möglich. Dabei wird auf Grundlage eines Stichprobenkennwerts, beispielsweise Kennwerte der zentralen Tendenz, der Dispersion oder Anteilswerte, das so genannte Konfidenzintervall ( $KI$ ) – auch Vertrauensintervall – bestimmt, das den wahren Wert der Population mit einer bestimmten Sicherheit, dem Konfidenzniveau ( $1 - \alpha$ ), überdeckt (Eckstein, 2014). Bei  $\alpha$  handelt es sich nach Eckstein um die Irrtumswahrscheinlichkeit, die bei der nachfolgenden Analyse auf 5 % festgelegt wird.

Die Intervallschätzung erfolgt ausschließlich für die relative Häufigkeit der Population ( $\pi$ ), auch Anteilswert genannt, wobei die Schätzung über die relative Häufigkeit der Stichprobe ( $h$ ) erfolgt (Eckstein, 2014).

Für die Bestimmung eines Konfidenzintervalls muss die Verteilungsfunktion der Grundgesamtheit bekannt sein (Papula, 2016). Im vorliegenden Fall kann eine binomialverteilte Grundgesamtheit angenommen werden, bei der die Merkmalsausprägungen unabhängig voneinander und mit konstanter Wahrscheinlichkeit ( $p$ ) beziehungsweise, im Fall des komplementären Ereignisses, mit der Wahrscheinlichkeit  $q = 1 - p$ , auftritt.

Für die Binomialverteilung gilt nach dem Grenzwertsatz von Moivre und Laplace, dass bei Erfüllung der Bedingung

$$N \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p}) > 9 \quad (1)$$

eine binomialverteilte Zufallsvariable als nahezu normalverteilt angesehen werden kann (Cleff, 2019; Papula, 2016).  $N$  spiegelt die Stichprobengröße wider und  $\hat{p}$  stellt den aus der Stichprobe erhaltenen Schätzwert für  $p$  dar, der über die relative Häufigkeit bestimmt wird.

Die Grenzen des Konfidenzintervalls ( $\mu_{u/o}$ ) lassen sich bei Annahme einer Normalverteilung schließlich über die Beziehung

$$\mu_{u/o} = h \pm z_{1-\alpha/2} \cdot \hat{\sigma}_h \quad (2)$$

bestimmen (Cleff, 2019). Das Quantil der Standardnormalverteilung ( $z_{1-\alpha/2}$ ) ist dabei abhängig von dem gewählten Konfidenzniveau beziehungsweise der Irrtumswahrscheinlichkeit und kann aus entsprechenden Tabellenwerken (z.B. Papula, 2016) entnommen werden.

Bei Annahme einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % beträgt dieses 1,96 (Papula, 2016). Bei  $\hat{\sigma}_h$  handelt es sich um den Standardfehler der relativen Häufigkeit, der über

$$\hat{\sigma}_h = \sqrt{\frac{h(1-h)}{n}} \quad (3)$$

berechnet wird (Cleff, 2019; Papula, 2016).

Die Konfidenzintervalle geben Aufschluss darüber, wie sich die relativen Häufigkeiten bestimmter Merkmalsausprägungen bei der festgelegten Irrtumswahrscheinlichkeit in der Grundgesamtheit verteilen könnten. Hierdurch sind erste Schlüsse zu Brandeinsätzen möglich, die über die deskriptiven Ergebnisse hinausgehen.

## 2) Analyse von risikorelevanten Verknüpfungen zur Brandursache

Bei bivariaten Betrachtungen, wie der Verknüpfung der Angaben zur Brandursache mit risikorelevanten Aspekten, lassen die Angaben von absoluten oder relativen Häufigkeiten nicht unmittelbar auf einen Zusammenhang zwischen den Merkmalen schließen. Hier wird die bedingte Häufigkeit ( $b$ ) herangezogen. Diese spiegelt die Verteilung eines Merkmals in Abhängigkeit von einer bestimmten Ausprägung wider (Fahrmeir et al., 2016).

Im Gegensatz zur relativen bezieht sich die bedingte Häufigkeit auf die Zahl der Merkmalsträger, die eine bestimmte Ausprägung aufweisen. Die tabellarische Darstellung der Daten erfolgt über Kontingenztafeln.

Die Visualisierung der bedingten Häufigkeiten erfolgt mit Hilfe von Balkendiagrammen. Um deren Einordnung in den Gesamtkontext zu erleichtern, werden auch die ursachenunabhängigen relativen Häufigkeiten dargestellt. Durch den Vergleich kann unmittelbar der Einfluss einer Brandursache auf eine prozentuale Merkmalsverteilung bestimmt und somit ursachenabhängige Tendenzen abgeleitet werden.

Bei der zweidimensionalen Analyse verkleinert sich die Teil-Stichprobe eines bestimmten Merkmals so weit, dass beispielsweise Approximationsbedingungen wie bei der Bestimmung des Konfidenzintervalls nicht erfüllt werden. Da der Fokus bei diesem Analyseschwerpunkt auf der Detektion von brandursachenspezifischen Eigenschaften liegt, ist es ausreichend, die verknüpften Merkmale rein deskriptiv auszuwerten.

## 3) Untersuchung übergeordneter Einflussfaktoren

Beim dritten Analyseschwerpunkt stehen die Abhängigkeiten zwischen den Angaben zu den vermuteten Brandursachen und der Art der Feuerwehr, geographischen Aspekten und zeitlichen Angaben im Vordergrund.

Abhängigkeiten zwischen statistischen Variablen können über die Methoden der Zusammenhangsanalyse herausgestellt werden. Die vorliegende Analyse stützt sich dabei aufgrund des Skalenniveaus auf das Kontingenzmaß  $V$  nach Cramér, auch Cramér Index (CI) genannt. Dabei handelt es sich um ein standardisiertes Kontingenzmaß, für das  $0 \leq V \leq 1$  gilt (Eckstein, 2014).

Das Kontingenzmaß  $V$  ist über

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \cdot (m-1)}} \quad (4)$$

definiert, wobei  $\chi^2$  eine Hilfsgröße zur vereinfachten Darstellung des Kontingenzmaßes ist,  $n$  den Stichprobenumfang und  $m$  das Minimum der Spalten- ( $c$ ) beziehungsweise Zeilenanzahl ( $r$ ) der Kontingenztabelle der untersuchten Variablen darstellt – es gilt:  $m = \min(r, c)$  (Eckstein, 2014). Die Hilfsgröße  $\chi^2$  wird über

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^c \frac{(n_{jk} - n_{jk}^e)^2}{n_{jk}^e} \quad (5)$$

berechnet (Eckstein, 2014). Nach Eckstein handelt es sich bei  $n_{jk}^e$  um die erwartete Häufigkeit einer bestimmten Variablenausprägung, die über

$$n_{jk}^e = \frac{n_{j\cdot} \cdot n_{\cdot k}}{n} \quad (6)$$

definiert ist.  $n_{\cdot k}$  stellt die Summe der Häufigkeiten in der  $k$ -ten Spalte beziehungsweise im Fall von  $n_{j\cdot}$  der  $j$ -ten Zeile einer Kontingenztabelle dar.

Nach Eckstein (2014) kann als vereinfachende Faustregel angenommen werden, dass bei  $V < 0,5$  eine schwache, bei  $V > 0,5$  eine starke und bei  $V = 1$  eine vollständige Abhängigkeit der beiden betrachteten Merkmale vorliegt.

### 4.2.3 Statistische Bewertung der Ergebnisse

Bei der Beurteilung von statistischen Ergebnissen sind nach Festag und Döbbling (2020) zwei Kriterien entscheidend: die Repräsentativität und die Belastbarkeit der Daten. Um die Ergebnisse der statistischen Auswertung in den Gesamtkontext einordnen zu können, erfolgt nach der Auswertung eine entsprechende Bewertung der Ergebnisse.

Für die Repräsentativität spielt vor allem die Art der Stichprobenentnahme eine entscheidende Rolle. Während die so genannten probabilistischen Stichproben die Grundgesamtheit sehr gut repräsentieren, ist dies bei nicht probabilistischen, also nicht zufällig ausgesuchten Stichprobenteilnehmern, nicht der Fall (Bortz & Schuster, 2010).

Die Daten in der vfdb-Brandschadenstatistik stammen von Feuerwehren, die nicht streng nach dem Zufallsprinzip ausgesucht wurden. Die fehlende zufällige Auswahl der Teilnehmer führt dazu, dass die Ergebnisse primär nicht repräsentativ sind (Festag & Döbbling, 2020). Es empfiehlt sich deshalb, die Stichprobenergebnisse mit Erkenntnissen aus anderen statistischen Quellen abzugleichen. Sofern verfügbar, wird versucht, die Ergebnisse aus der vfdb Statistik in Kapitel 5 mit anderen Quellen zu verifizieren.

Bei der Belastbarkeit stellt sich nach Festag und Döbbling (2020) im Wesentlichen die Frage, welche Ergebnisse aussagekräftig sind, sich also bei Erhöhung des Stichprobenumfangs nicht wesentlich verändern. Die Grundlage für solche Betrachtungen bildet das empirische Gesetz der großen Zahlen, welches besagt, dass sich relative Häufigkeiten für das Eintreten bestimmter Ereignisse mit steigender Versuchszahl stabilisieren (Büchter & Henn, 2007). Eine Statistik liefert folglich dann belastbare beziehungsweise aussagekräftige Ergebnisse, wenn sich die relative Häufigkeit eines Merkmals ab einer bestimmten Fallzahl stabilisiert und bei weiterer Zunahme der Stichprobengröße nicht wesentlich abweicht. In der Praxis werden auf Grundlage dieses Gesetzes unbekannte Wahrscheinlichkeiten für Ereignisse über relative Häufigkeiten umfangreicher Versuchsreihen bestimmt (Papula, 2016).

Um die Ergebnisse der vfdb-Brandschadenstatistik auf Belastbarkeit zu überprüfen, wird die Entwicklung der relativen Häufigkeit in Abhängigkeit von der Stichprobengröße analysiert. Da die Angaben zu den Gebäudebrandeinsätzen nicht als Einzeldatensätze vorliegen, muss die Gesamtstichprobe auf einem anderen Weg unterteilt werden: hierfür wird die feuerwehrspezifische Einzelauswertung gewählt.

Die Angaben der einzelnen Feuerwehren beziehungsweise Sammelgruppen werden schrittweise kumuliert. Für jede Fallzahl-Stufe wird sowohl die relative Häufigkeit als auch, analog zum Vorgehen in Kapitel 4.2.2, das Konfidenzintervall bestimmt. Über die

graphische Auswertung der Ergebnisse soll ermittelt werden, ob sich mit zunehmender Stichprobengröße stabile Ergebnisse einstellen.

Da das empirische Gesetz der großen Zahlen nicht definiert, ab wann stabile relative Häufigkeiten vorliegen (Büchter & Henn, 2007), wird zusätzlich das Bernoulli'sche Gesetz der großen Zahlen herangezogen. Mit Hilfe dieses Gesetzes kann bestimmt werden, wie hoch die Wahrscheinlichkeit dafür ist, dass eine relative Häufigkeit maximal um den Wert ( $\epsilon$ ) von der theoretischen Wahrscheinlichkeit abweicht. Das Gesetz wird über die Beziehung

$$P(|\bar{Z} - p| \leq \epsilon) > 1 - \frac{1}{4 \cdot n \cdot \epsilon^2} \quad (7)$$

dargestellt, wobei es sich bei  $\bar{Z}$  um die relative Häufigkeit eines Ereignisses bei  $n$  unabhängigen Versuchen handelt und  $p$  die theoretische Wahrscheinlichkeit ausdrückt (Büchter & Henn, 2007). Die maximale Abweichung kann für den vorliegenden Fall als Stabilitätskriterium herangezogen werden. Über das Bernoulli'sche Gesetz kann bestimmt werden, wie wahrscheinlich das Vorliegen einer stabilen relativen Häufigkeit ist. Als maximale Abweichung wird in der vorliegenden Arbeit eine Grenze von  $\epsilon = 0,05 = 5\%$  festgelegt.

Da die vermuteten Brandursachen den inhaltlichen Schwerpunkt dieser Arbeit bilden, werden ausschließlich die Angaben zur Ursache der Gebäudebrände auf Belastbarkeit überprüft (siehe Kapitel 5.3).

## 5 Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse basieren auf den Daten der vfdb-Brandschadenstatistik, die unmittelbar aus der Webdatenbank der vfdb extrahiert wurden. Die Werte unterscheiden sich aufgrund von nachträglichen Korrekturen von Datenzuordnungen leicht von denen des Technischen Berichts.

Die für die empirische Analyse genutzten Daten der vfdb Statistik sowie weiterführende Darstellungen finden sich, aufgeschlüsselt nach den inhaltlichen Schwerpunkten, in Anhang C. Angaben aus anderen statistischen Quellen sind in Anhang D aufgeführt.

### 5.1 Einzelmerkmal-Analyse

Zunächst wird ein allgemeiner Überblick über die Daten der erfassten Gebäudebrände gegeben, bevor näher auf die für Risikobetrachtungen relevanten Merkmale eingegangen wird. Die für den ersten inhaltlichen Schwerpunkt relevanten Daten werden in Anhang C.1 ausführlich dargestellt.

#### 5.1.1 Überblick

Die vfdb-Brandschadenstatistik umfasst Einsatzangaben von elf Freiwilligen Feuerwehren (FF), fünfzehn Berufsfeuerwehren (BF) und zwei Werkfeuerwehren (WF). Über die erste und zweite Erhebungsphase konnten Daten zu 5.016 Gebäudebrandeinsätzen erhoben werden. In 1.220 Fällen ( $h = 24,3 \%$ ,  $KI = 23,1\text{--}25,5 \%$ ) lag tatsächlich ein Brand vor, in 3.796 Fällen ( $h = 75,7 \%$ ,  $KI = 74,5\text{--}76,9 \%$ ) handelte es sich um einen Falschalarm.

Wie viele Gebäudebrände in Deutschland insgesamt auftreten und in wie vielen Fällen die Feuerwehr beteiligt ist, ist nicht bekannt und wird durch keine verfügbare Statistik erfasst. Über die Erhebungen des GDV und des DFV sind lediglich grobe Abschätzungen möglich (siehe Anhänge D.2 und D.3). Laut GDV wurden den privaten Versicherern im Jahr 2017 beispielsweise rund 200.000 Brandfälle im Bereich der Wohngebäudeversicherer (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., o.D.b) und circa 230.000 Brände im Bereich der Hausratversicherer gemeldet (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., o.D.a). Der DFV weist aus, dass die deutschen Feuerwehren 2017 zu 203.419 Bränden und Explosionen gerufen wurden. Die

Ereignishäufigkeit ist jedoch aufgrund der Zählweise geringer. Außerdem wird nicht differenziert, ob es sich um einen Gebäude-, Fahrzeug-, Flächen- oder anders gearteten Brand gehandelt hat (Deutscher Feuerwehrverband, 2017). Die Differenz zwischen den DFV- und GDV-Zahlen zeigt, dass es eine nicht zu vernachlässigende Anzahl an Brandereignissen geben muss, bei denen die Feuerwehr nicht involviert ist, obwohl ein relevanter Schaden entsteht, der der Versicherung gemeldet wird.

In der vfdb-Brandschadenstatistik stammen die meisten Angaben zu Gebäudebrandeinsätzen von den Berufsfeuerwehren – sie übermittelten insgesamt 2.277 Erfassungsbögen ( $h = 45,4 \%$ ), gefolgt von den Werkfeuerwehren mit 2.219 Bögen ( $h = 44,2 \%$ ). Die Freiwilligen Feuerwehren übersandten 520 Erfassungsbögen ( $h = 10,4 \%$ ).

Bei den Freiwilligen Feuerwehren handelte es sich in 295 Fällen um einen Falschalarm, in 225 Fällen um ein tatsächliches Brandereignis. Die Berufsfeuerwehren erfassten 1.529 Falschalarme und 748 reale Brände, die Werkfeuerwehren 1.972 Falschalarme und 247 tatsächliche Brände.

Bild 3 zeigt die Häufigkeiten von tatsächlichen Brandereignissen und Falschalarmen in Abhängigkeit von der Art der Feuerwehr. Auffällig ist, dass sich die Anteile von Falschalarmen von Werk-, Berufs- und Freiwilliger Feuerwehr stark unterscheiden.

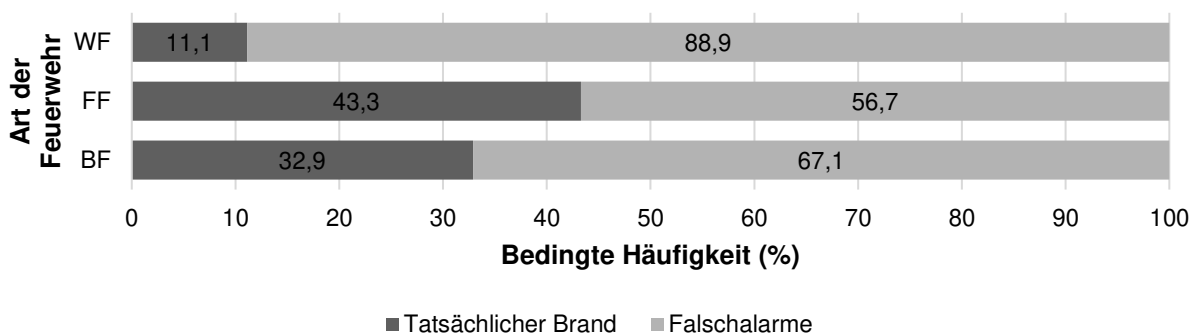


Bild 3: Häufigkeit von Falschalarmen und tatsächlichen Brandereignissen im Vergleich der Art der Feuerwehr

Mit 1.199 Angaben liegen zu 98,3 % der erfassten Gebäudebrandeinsätze mit tatsächlichem Brand Informationen zur vermuteten Ursache der Brandentstehung vor.



Am häufigsten wurde der fehlerhafte Umgang mit offenem Feuer ( $n = 298$ ,  $h = 24,9\%$ ,  $KI = 22,5\text{--}27,3\%$ ), gefolgt vom fehlerhaften Umgang aus sonstigen Gründen ( $n = 184$ ,  $h = 15,3\%$ ,  $KI = 13,3\text{--}17,3\%$ ) und der technische Defekt ( $n = 156$ ,  $h = 13\%$ ,  $KI = 11,1\text{--}14,9\%$ ) als Ursache angegeben (siehe Bild 4).

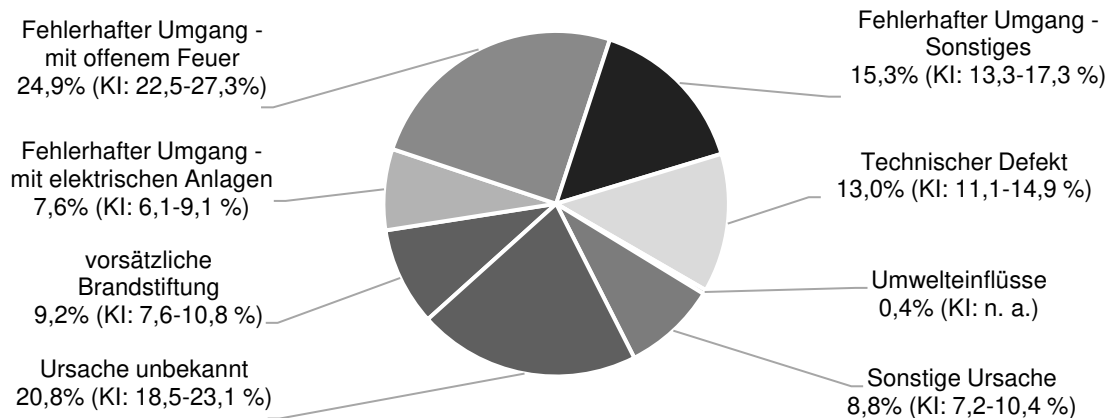


Bild 4: Relative Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung

Beim Vergleich der Ergebnisse mit den Angaben in der Ursachenstatistik des IFS (siehe Anhang D.1) fallen einige Abweichungen auf. Abgesehen davon, dass die Statistik der IFS auf einer anderen Einteilung der Brandursachen beruht, überdeckt sich lediglich der Anteil der Brandstiftungen mit den Ergebnissen der vfdb-Brandschadenstatistik. Mit einem relativen Anteil von 9 % in der Gesamtstatistik für die Jahre 2002 bis 2020 liegen die Angaben des IFS innerhalb des Konfidenzintervalls der vfdb Statistik. Der Anteil des menschlichen Fehlverhaltens als Brandursache weicht mit 18 % stark ab. In der IFS-Statistik gibt es einen geringeren Anteil an Bränden, die der Kategorie „Sonstiges und unbekannt“ zugeordnet werden.

Den verschiedenen Brandursachen in der vfdb-Brandschadenstatistik, die mit einem fehlerhaften Umgang assoziiert sind, sowie der Brandstiftung sind gemeinsam, dass der Mensch den maßgeblichen auslösenden Faktor darstellt – sei es durch vorsätzliches oder fahrlässiges Verhalten.

Beschränkt sich die Betrachtung zu den vermuteten Brandursachen auf die maßgeblich auslösenden Faktoren „Mensch“, „Technik“, „Umwelt“, ergibt sich, unter Berücksichtigung

der Fälle, die diesen Faktoren nicht zugeordnet werden können („Sonstiges“), und den Fällen, bei denen die Ursache nicht bekannt ist, folgendes Bild (Bild 5):

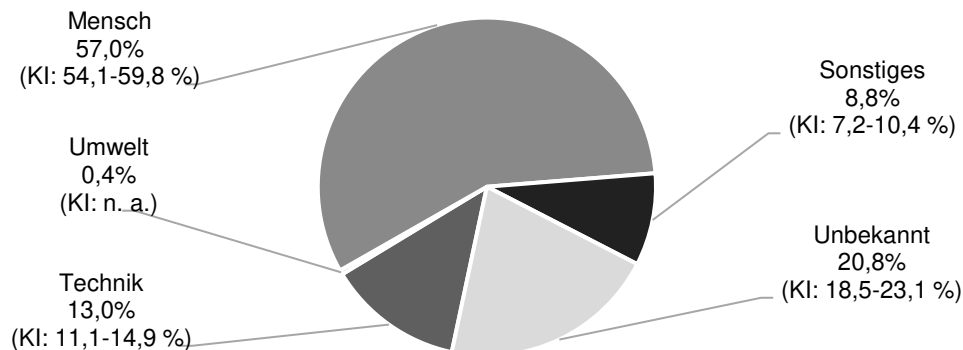


Bild 5: Verteilung der vermuteten Brandursachen, zusammengefasst nach dem maßgeblich auslösenden Faktor

Der Faktor Mensch nimmt mit einem Anteil von 57 % ( $n = 683$ ,  $KI = 54,2-59,8$  %) eine übergeordnete Rolle bei den Ursachen für Gebäudebrände ein und bildet einen Risikofaktor. In Ermangelung weiterer Statistiken lässt sich die genaue Verteilung der Ursachen nicht validieren, jedoch bestätigen ältere Quellen den Einfluss des Menschen bei den Ursachen von Bränden.

Tramm (1933) führte bereits Anfang der 1930er Jahre an, dass der Großteil der Brandschäden auf vorsätzliches oder fahrlässiges Handeln des Menschen zurückzuführen sei. Auch Helmer (1962) stellte fest, dass die gefährlichste Brandursache das Verhalten des Menschen sei, da schließlich 70 % aller Brandverluste auf sein Schuldkonto gingen.

In der Statistik des vfdb fällt auf, dass bei ungefähr jedem fünften Brand ( $n = 249$ ,  $h = 20,8$  %,  $KI = 18,5-23,1$  %) die Ursache für die eingesetzten Feuerwehrräfte unbekannt ist.

Da der Anteil an umweltbedingten Brandursachen gering ist ( $n = 5$ ,  $h = 0,4$  %) und die Angaben zu sonstigen Brandursachen keine weiteren Erkenntnisse zulassen, werden sie in der nachfolgenden Analyse nicht weiter untersucht.

### 5.1.2 Ereignismerkmale

Zu den für die Untersuchung von Brandursachen relevanten Ereignismerkmalen der vfdb-Brandschadenstatistik gehören die Angaben zu dem vermuteten Objekt der Brandentstehung, der Nutzung des betroffenen Gebäudes, dem Geschoss und dem Ort der Brandentstehung.

Für 1.186 Gebäudebrände liegen Informationen zum vermuteten Objekt der Brandentstehung vor. Mit Abstand am häufigsten entstanden Gebäudebrände demnach in Herden und Öfen ( $n = 294$ ,  $h = 24,8\%$ ,  $KI = 22,3\text{--}27,3\%$ ) sowie Müllbehältern ( $n = 284$ ,  $h = 23,9\%$ ,  $KI = 21,5\text{--}26,3\%$ ). Andere Objekte, wie beispielsweise elektrische Geräte, Installationen und Einrichtungsgegenstände, waren mit einem Anteil zwischen 1,6 und 8,5 % weitaus seltener betroffen (siehe Bild 6).

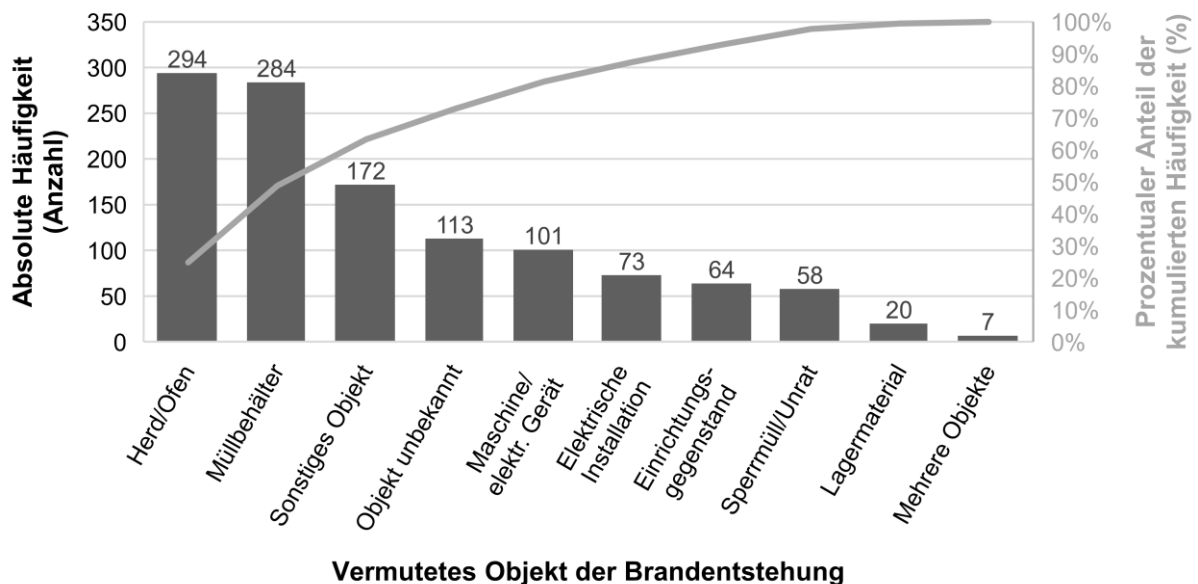


Bild 6: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der vermuteten Objekte der Brandentstehung

Zur wesentlichen Nutzung eines Gebäudes bei einem Brandereignis liegen 1.130 Angaben vor. Bei der Analyse der Häufigkeitsverteilung im Falle eines Brandes (siehe Bild 7) fällt auf, dass 45,5 % der Brände ( $n = 514$ ,  $KI = 42,6\text{--}48,4\%$ ) mit einer Wohnnutzung assoziiert waren. Bei der hohen Zahl der Brände in Verkehrsanlagen ( $n = 197$ ,  $b = 17,4\%$ ,  $KI = 15,2\text{--}19,6\%$ ) handelt es sich um eine Verzerrung, die durch die Beteiligung einer Werkfeuerwehr verursacht wird (Festag & Döbbling, 2020). Mit einem Anteil von 0,4 bis 4,6 % traten Brände in anderen Nutzungsformen eher selten auf.

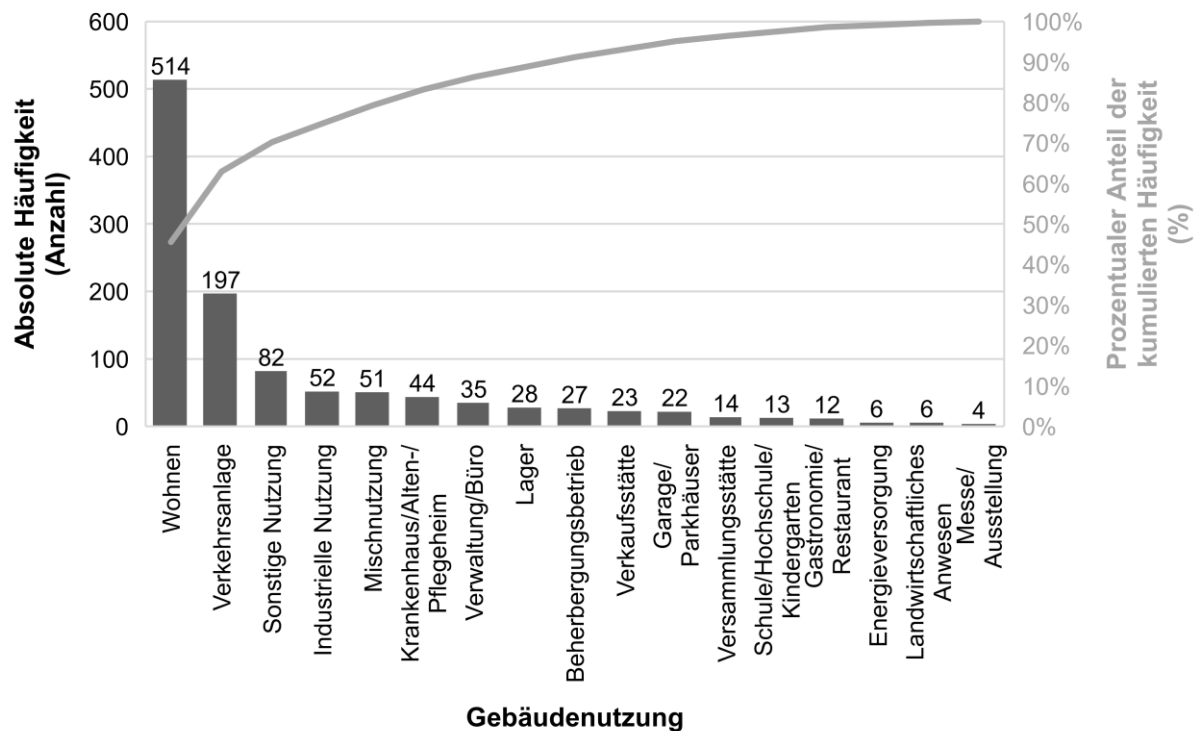


Bild 7: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der wesentlichen Gebäudenutzungen bei Einsätzen mit einem tatsächlichem Brandereignis

Bei der Untersuchung der Geschosse der Brandentstehung ( $N = 1.062$ , siehe Bild 8) zeigt sich, dass 70,9 % der Gebäudebrände im Erdgeschoss ( $n = 448$ ,  $h = 42,2$  %,  $KI = 39,2$ – $45,2$  %) und im ersten oder zweiten Obergeschoss ( $n = 305$ ,  $h = 28,7$  %,  $KI = 26,0$ – $31,4$  %) entstanden. 26,6 % der Brände traten in einem Geschoss zwischen dem dritten und siebten Obergeschoss ( $n = 152$ ,  $h = 14,3$  %,  $KI = 12,2$ – $16,4$  %) beziehungsweise im Untergeschoss/ Keller auf ( $n = 130$ ,  $h = 12,2$  %,  $KI = 10,2$ – $14,2$  %). Nur ein Bruchteil der Brände entstand oberhalb des siebten Obergeschosses beziehungsweise über mehrere Geschosse ( $h = 2,5$  %,  $n = 27$ ).

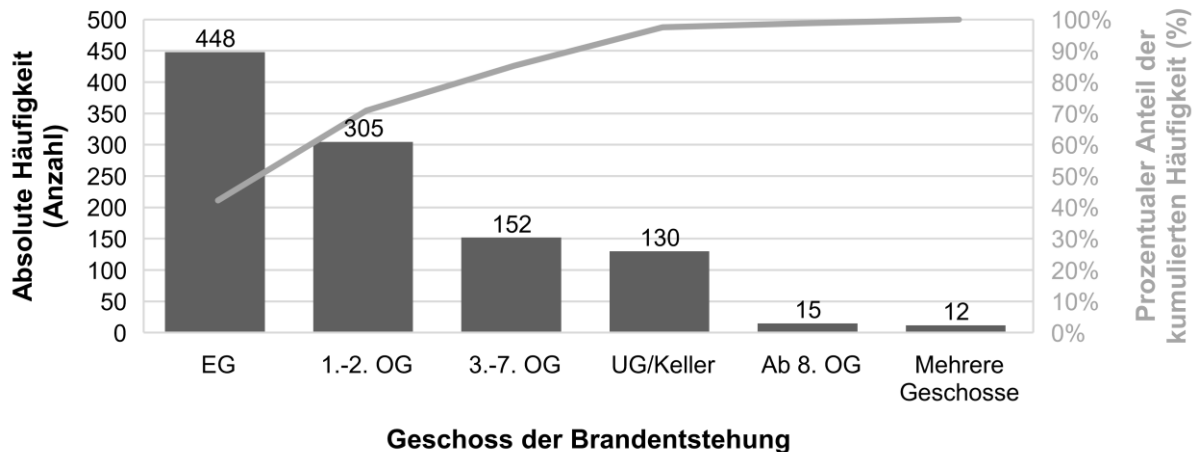


Bild 8: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der Geschosse der Brandentstehung

Der vermutete Ort der Brandentstehung wurde in 1.122 Fällen erfasst. Bei 304 Bränden ( $h = 27,1 \%$ ,  $KI = 24,5\text{--}29,7 \%$ ) handelte es sich bei dem Ort der Brandentstehung um die Küche, bei 124 Brandereignissen ( $h = 11,1 \%$ ,  $KI = 9,3\text{--}12,9 \%$ ) handelte es sich um den Transport- beziehungsweise Verkehrsweg und in 85 Fällen ( $h = 7,6 \%$ ,  $KI = 6,0\text{--}9,2 \%$ ) entstand der Brand im Wohnraum.

Die hohe Zahl der Brände auf dem Transport- beziehungsweise Verkehrsweg kann, wie bereits bei der Gebäudenutzung erläutert, einer einzelnen Werkfeuerwehr zugeordnet werden. Abgesehen von Fluren respektive Treppenträumen, bei denen es sich in 56 Fällen ( $h = 5 \%$ ,  $KI = 3,7\text{--}6,3 \%$ ) um den Entstehungsort handelte, waren alle anderen Örtlichkeiten mit weniger als 56 Fällen ( $h < 5 \%$ ) vertreten (siehe Bild 9).

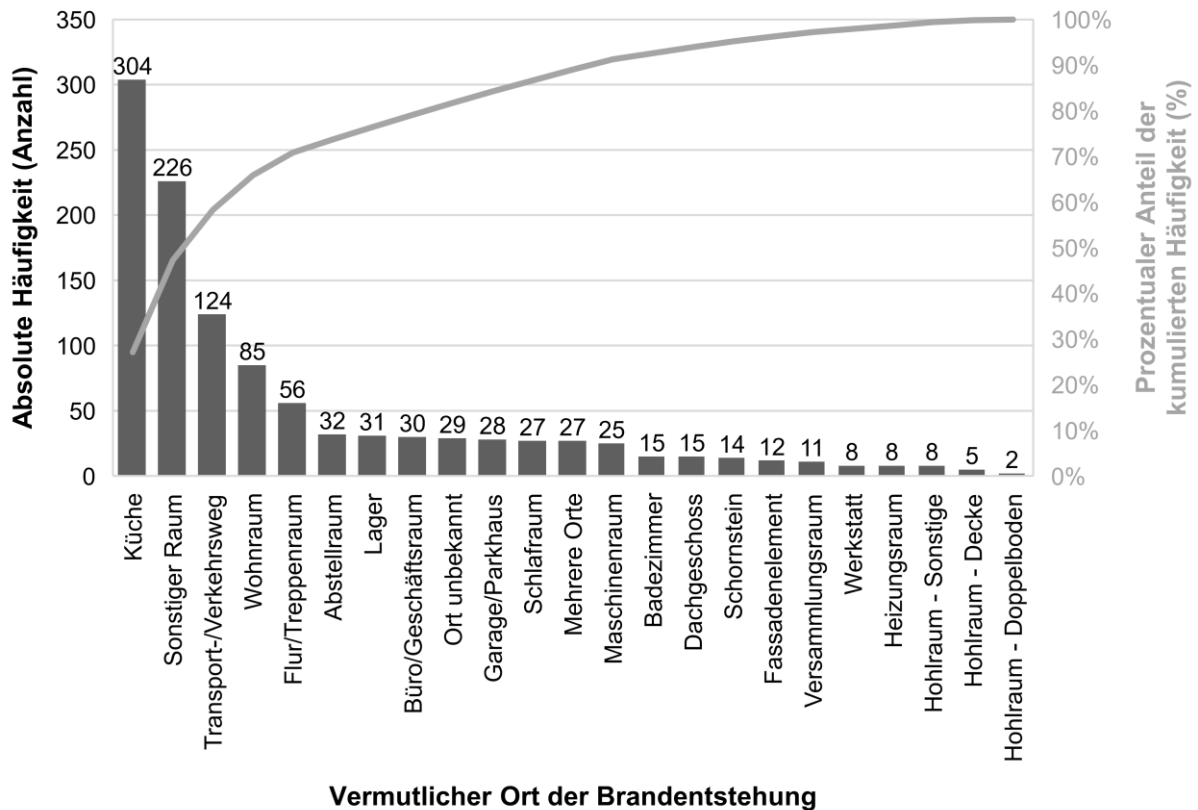


Bild 9: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der vermutlichen Orte der Brandentstehung

In der vfdb-Brandschadenstatistik zeigen sich klare Ereignisschwerpunkte. In ungefähr der Hälfte der Fälle entstanden Brände im Herd/Ofen beziehungsweise im Müllbehälter. Außerdem waren häufig Gebäude mit einer Wohnnutzung von einem Brandereignis betroffen, und die Brände entstanden in mehr als zwei Drittel der Fälle im Erdgeschoss oder im ersten beziehungsweise zweiten Obergeschoss. Beim Ort der Brandentstehung handelte es sich häufig um die Küche, den Wohnraum oder den Flur/Treppenraum.

### 5.1.3 Schadensausmaß

In der vfdb-Brandschadenstatistik wurden verschiedene Schadensmerkmale erfasst, die für Risikobetrachtungen von Bedeutung sind, vor allem aber Angaben zur Brand- und Rauchausbreitung sowie zu Personen- und Sachschäden.

In Bezug auf die räumliche Begrenzung der Brände zeigt die vfdb Statistik ( $N = 1.184$ , siehe Bild 10), dass bei 90,6 % der Gebäudebrände lediglich ein Gegenstand/ein Gerät ( $n = 871$ ,  $h = 73,6$  %,  $KI = 71,1$ – $76,1$  %) beziehungsweise ein Raum ( $n = 202$ ,

$h = 17,1 \%$ ,  $KI = 15,0\text{--}19,2 \%$ ) betroffen waren. In  $9,4 \%$  der Fälle ging das Brandereignis darüber hinaus.

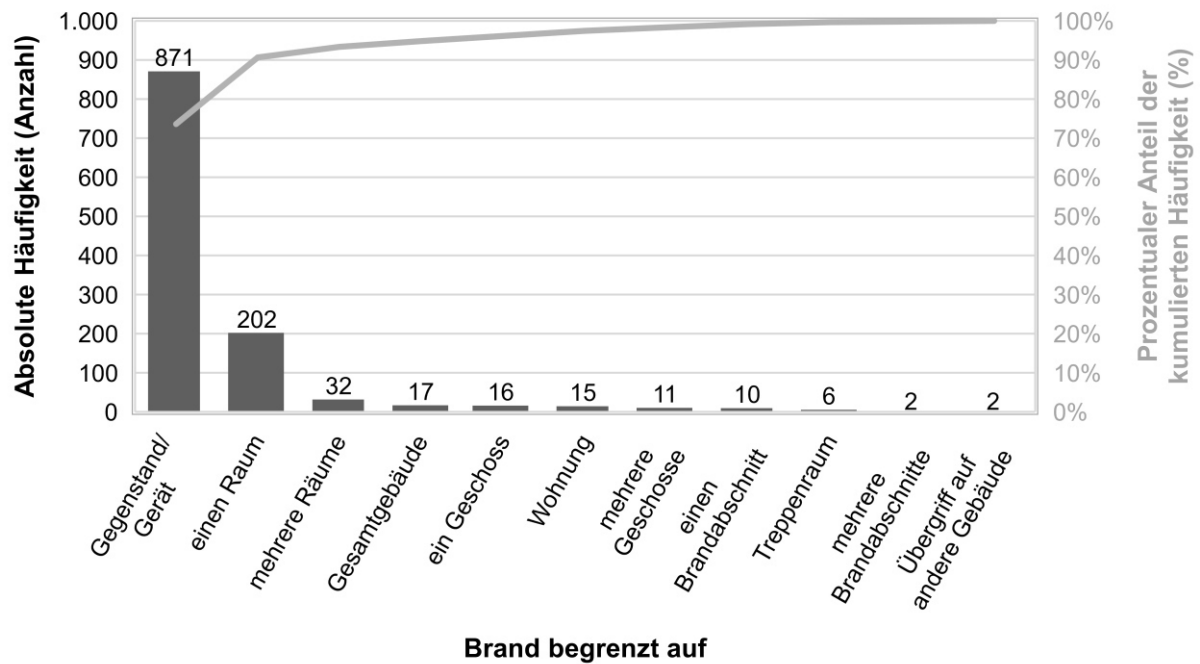


Bild 10: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der Angaben zur Brandbegrenzung

Von den 1.150 Gebäudebränden, bei denen Angaben zur Rauchausbreitung beim Eintreffen der Einsatzkräfte dokumentiert wurden, konnte bei 536 Brandeinsätzen ( $h = 46,6 \%$ ,  $KI = 43,7\text{--}49,5 \%$ ) keine nennenswerte Rauchausbreitung beobachtet werden. In 210 Fällen ( $h = 18,3 \%$ ,  $KI = 16,1\text{--}20,5 \%$ ) beschränkte sich die Rauchausbreitung auf einen Raum/Schacht und in 201 Fällen ( $h = 17,5 \%$ ,  $KI = 15,3\text{--}19,7 \%$ ) auf eine Raumgruppe beziehungsweise Wohnung (siehe Bild 11).

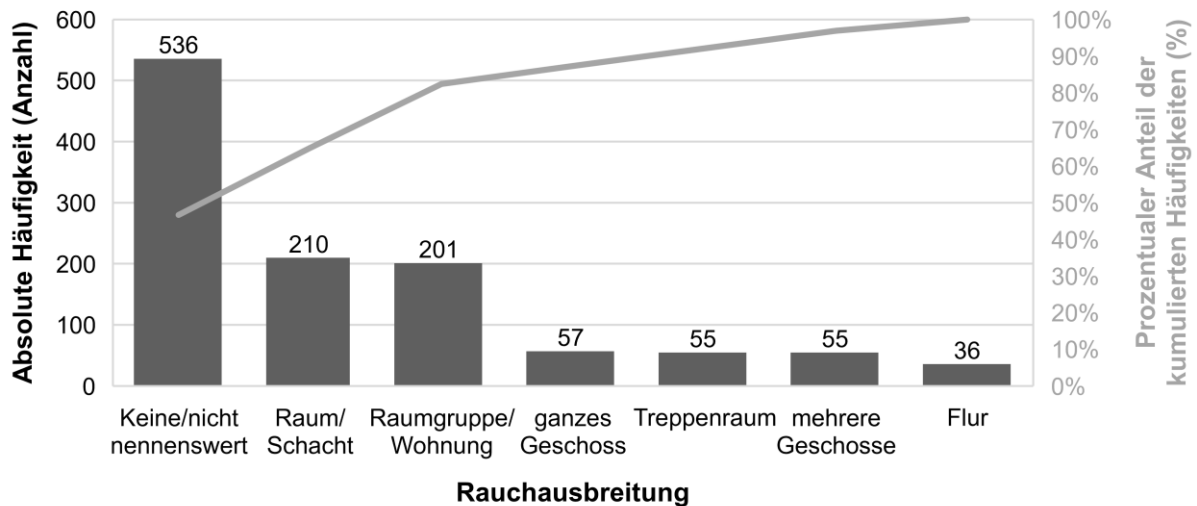


Bild 11: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeiten der Angaben zur Rauchausbreitung beim Eintreffen der Einsatzkräfte

Bei den in der Statistik des vfdb berücksichtigten Fällen traten bei sieben Gebäudebränden insgesamt acht Todesfälle auf. Deutlich häufiger wurden Personen bei Bränden verletzt – in 107 Fällen wurden 215 verletzte Personen registriert. Bei 0,6 % der Brände gab es folglich mindestens einen Todesfall, bei 9,6 % der Brände mindestens einen Verletzten.

Aus der Todesursachenstatistik, einer Vollstatistik, ist bekannt, dass beispielsweise im Jahr 2017 335 Todesfälle durch die Exposition gegenüber Rauch, Feuer und Flammen verzeichnet werden (Statistisches Bundesamt, 2019). Diese Statistik umfasst Todesfälle außerhalb und innerhalb von Gebäuden. Da jedoch nicht bekannt ist, wie viele Gebäudebrandeinsätze in Deutschland stattfinden, lässt sich der Anteil der Todesfälle in der vfdb-Brandschadenstatistik nicht verifizieren.

Die Untersuchung des geschätzten Sachschadens ( $N = 1.136$ ) zeigt, dass bei 64,1 % der Brände ( $n = 728$ ,  $KI = 61,3\text{--}66,9\%$ ) der vermutete Sachschaden weniger als 1.000 Euro betrug. Weitere 16,5 % der Brände ( $n = 188$ ,  $KI = 14,3\text{--}18,7\%$ ) waren mit einem Schaden von nicht mehr als 10.000 Euro, 19,4 % der Brände mit einem höheren Sachschaden assoziiert. Schäden über 100.000 Euro traten selten auf (siehe Bild 12).



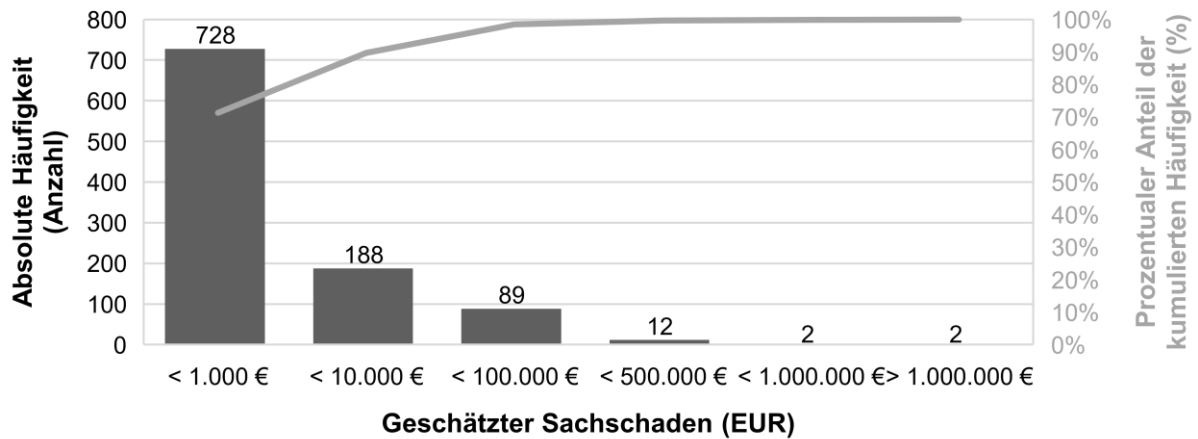


Bild 12: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit des geschätzten Sachschadens

Um das finanzielle Schadensausmaß eines Brandereignisses zu beurteilen, können neben der vfdb-Brandschadenstatistik die Aufwendungen der Versicherer herangezogen werden. Der GDV veröffentlicht beispielsweise die durchschnittlichen Schadenaufwendungen für die Bereiche der Hausrat- und Wohngebäudeversicherung (siehe Anhang D.2). Im Jahr 2017 betrug der durchschnittliche Schaden im Bereich der Wohngebäudeversicherungen 5.038 Euro (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., o.D.b) und im Bereich der Hausratversicherungen 1.554 Euro (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., o.D.a).

Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass Versicherungen Leistungen übernehmen, die über den reinen Sachschaden hinaus gehen (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., 2017, 2018). Neben der Wohngebäude- und Hausratversicherung existieren noch weitere Versicherungen, die gegebenenfalls in einem Brandfall leistungspflichtig sind, zum Beispiel Sachversicherungen für Kunden aus dem Gewerbe und der Industrie und Haftpflichtversicherungen. Für diese Bereiche existieren jedoch keine Angaben zur durchschnittlichen Schadenhöhe bei Brandfällen. Die über die vfdb Statistik ermittelten Sachschaden-Höhen lassen sich nicht mit den GDV-Statistiken vergleichen, jedoch machen die Angaben der GDV deutlich, dass die tatsächlichen finanziellen Aufwendungen nach einem Brand deutlich über die reinen Sachschäden hinaus gehen.

Zusammenfassend zeigt sich in der vfdb-Brandschadenstatistik, dass der Großteil der Brände auf einen Gegenstand oder einen Raum begrenzt war und die Rauchausbreitung häufig nicht über die Wohnung hinaus ging. Es kam jedoch zu acht Todesfällen und circa 27-mal häufiger gab es Verletzte. Der durch ein Brandereignis verursachte Sachschaden betrug meist weniger als 1.000 Euro.

#### 5.1.4 Brandschutzmaßnahmen

Die vfdb-Brandschadenstatistik liefert Angaben zu Erstmaßnahmen, die zu einem Löschen des Brandes führten, sie gibt an, wie viel Löschwasser zur Bewältigung des Brandes erforderlich war und auf welchem Weg das Brandereignis gemeldet wurde.

In 422 Fällen – das entspricht 34,6 % der Gebäudebrände – war der Brand beim Eintreffen der Feuerwehr bereits gelöscht. Während beim Großteil der Brände der Grund für das Erlöschen unbekannt war ( $n = 182$ ,  $h = 43,1$  %,  $KI = 38,4$ – $47,8$  %), erlosch der Brand in 157 Fällen ( $h = 37,2$  %,  $KI = 32,6$ – $41,8$  %) von selbst. In 74 Fällen ( $h = 17,5$  %,  $KI = 13,9$ – $21,1$  %) wurde der Brand durch einen Feuerlöscher gelöscht. Lediglich bei 2,1 % der Brände waren der Einsatz von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen – hier der Wandhydrant und automatische Löschanlagen – der Grund für das Erlöschen (siehe Bild 13).

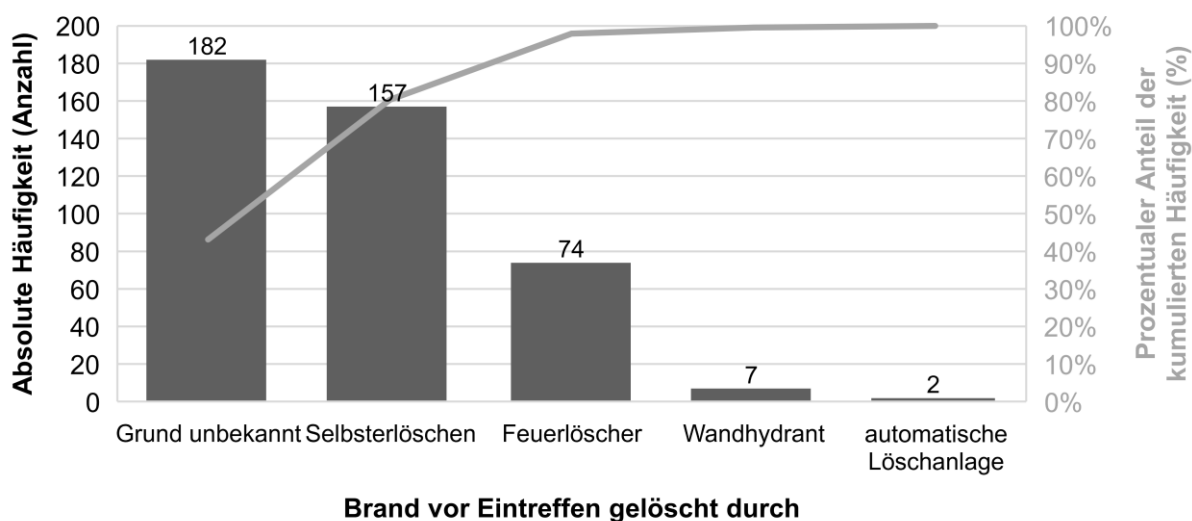


Bild 13: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der vor dem Eintreffen der Feuerwehr gelöschten Brände

Die erforderliche Menge an Löschwasser ist der Hauptparameter für den Schadensumfang beziehungsweise den Bewältigungsaufwand eines Brandereignisses dar. In 1.169 Fällen wurden entsprechende Angaben in der vfdb-Brandschadenstatistik erfasst. Es zeigt sich, dass in 84 % der Fälle kein Löschwasser ( $n = 477$ ,  $h = 40,8$  %,  $KI = 38,0$ – $43,6$  %) respektive weniger als 500 Liter ( $n = 505$ ,  $h = 43,2$  %,  $KI = 40,4$ – $46,0$  %) benötigt wurde. Bei 11,1 % der Brände ( $n = 130$ ,  $KI = 9,3$ – $12,9$  %) wurden mehr als 500 Liter, aber weniger als 2.500 Liter und bei 4,9 % ( $n = 57$ ,  $KI = 3,7$ – $6,1$  %) mehr als 2.500 Liter benötigt (siehe Bild 14).

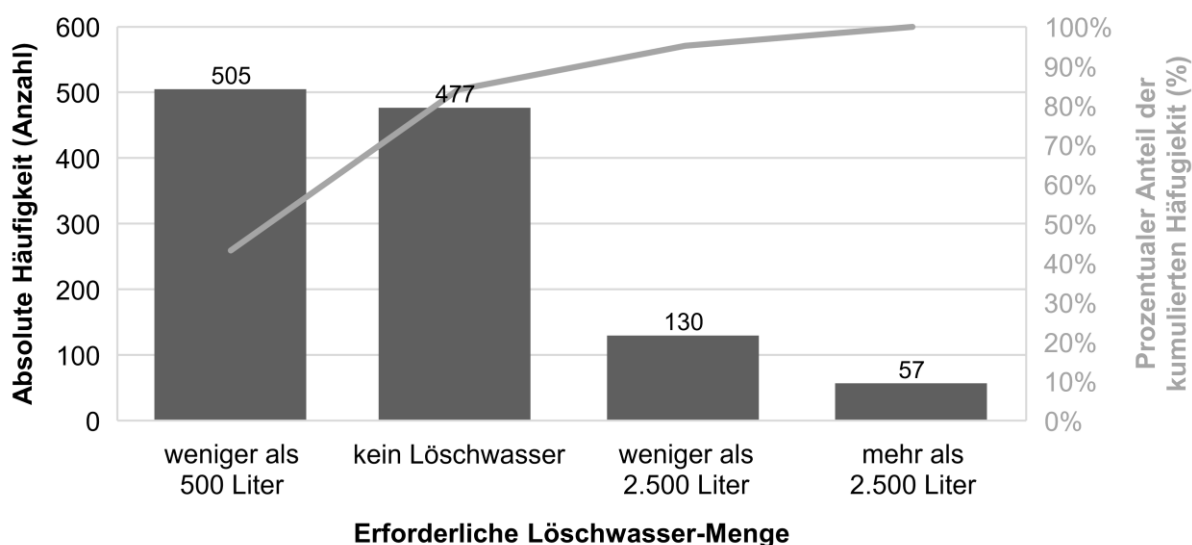


Bild 14: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der erforderlichen Löschwassermenge

Der Meldeweg eines Brandereignisses ist für die Entwicklung des Schadens nicht unerheblich, da jede Verzögerung bei Entdeckung und Meldung potenziell zu einer Ausdehnung des Brandes führt. In der Brandschadenstatistik zeigt sich, dass 80,6 % der Brandereignisse ( $N = 1.134$ ) nicht durch anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen gemeldet wurden, sondern über Mobil- ( $n = 510$ ,  $h = 45$  %,  $KI = 42,1$ – $48,0$  %) und Festnetztelefone ( $n = 404$ ,  $h = 35,6$  %,  $KI = 32,8$ – $38,4$  %). 16,8 % der Brände ( $n = 191$ ,  $KI = 14,6$ – $19,0$  %) wurden durch automatische Brandmelder einer Brandmeldeanlage gemeldet (siehe Bild 15).

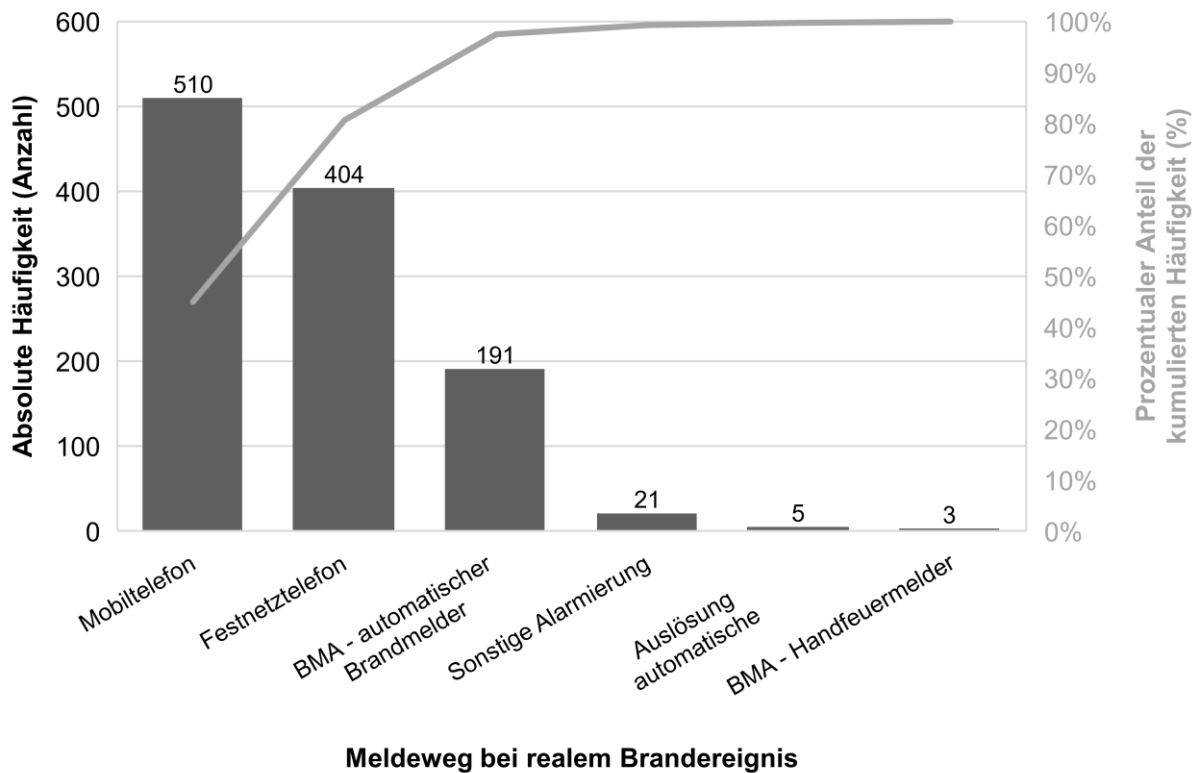


Bild 15: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der verschiedenen Meldewege bei einem realen Brandereignis

Es zeigt sich, dass ca. ein Drittel der Brände beim Eintreffen der Feuerwehr-Einsatzkräfte bereits gelöscht waren. Dabei erlosch das Feuer häufig von selbst. Sofern Maßnahmen der Entstehungsbrandbekämpfung ergriffen wurden, handelte es sich häufig um den Einsatz von Feuerlöschern. Anlagentechnische Maßnahmen spielten eine untergeordnete Rolle. In mehr als drei Viertel der Fälle musste kein beziehungsweise weniger als 500 Liter Löschwasser eingesetzt werden. Die Meldung von Bränden erfolgte in mehr als drei Viertel der Fälle über Mobil- beziehungsweise Festnetztelefone und in knapp ein Sechstel der Fälle über automatische Brandmelder von Brandmeldeanlagen. Andere Meldeformen spielten eine untergeordnete Rolle.

## 5.2 Analyse von risikorelevanten Verknüpfungen zur Brandursache

Bei der nachfolgenden bivariaten Analyse werden die Kriterien zur Beschreibung des Ereignisses, des Schadensausmaßes und der Brandschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung untersucht. Die für die Analyse verwendeten Daten sind in Anhang C.2 detailliert aufgeführt.

### 5.2.1 Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer

Der fehlerhafte Umgang mit offenem Feuer stellt die häufigste Brandursache dar ( $N = 298$ ). Bei der Untersuchung der Ereignismerkmale (siehe Bild 16) fällt auf, dass es sich bei dem Objekt der Brandentstehung häufig um Müllbehälter handelte ( $b = 72,1\%$ ,  $n = 212$ ) und nicht – wie bei den meisten anderen Brandursachen – um den Herd beziehungsweise den Ofen.

Brände durch einen fehlerhaften Umgang mit offenem Feuer fanden schwerpunktmäßig ( $b = 54,4\%$ ,  $n = 156$ ) im Erdgeschoss und im ersten beziehungsweise zweiten Obergeschoss ( $b = 28,2\%$ ,  $n = 81$ ) statt. Außerdem ereigneten sie sich vor allem in Gebäuden mit der Nutzungsform „Verkehrsanlage“ ( $b = 61,3\%$ ,  $n = 176$ ). Die Wohnnutzung und andere Nutzungen besonderer Art spielten eine untergeordnete Rolle.

Entsprechend der Nutzung traten diese Brände vor allem in sonstigen Räumen ( $b = 35,3\%$ ,  $n = 101$ ) beziehungsweise auf dem Transport-/Verkehrsweg ( $b = 34,3\%$ ,  $n = 98$ ) auf.

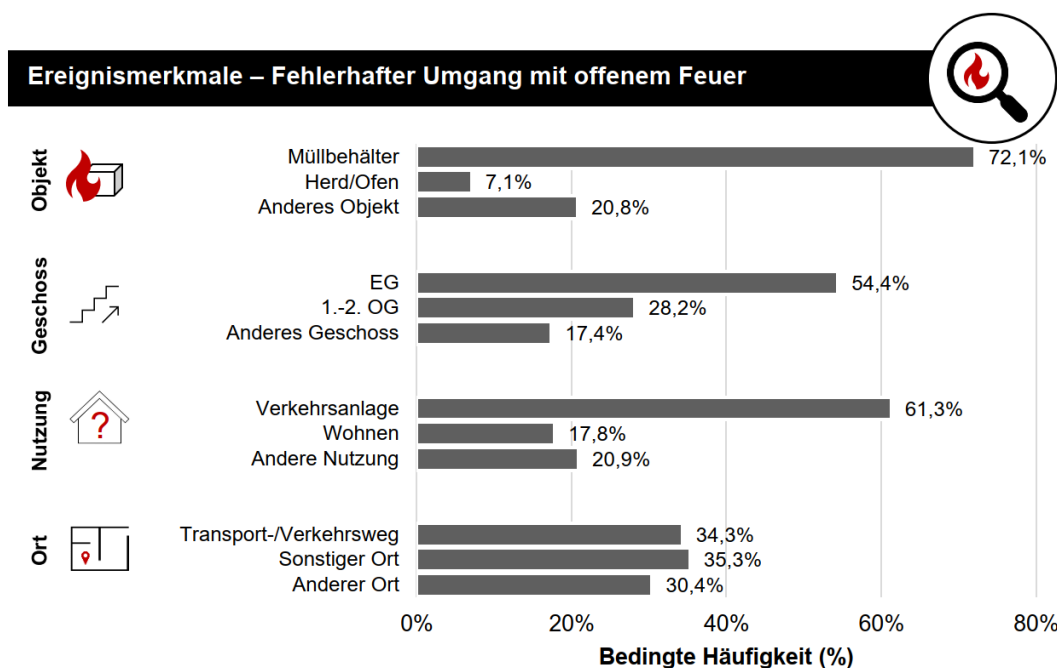


Bild 16: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer"

Beim fehlerhaften Umgang mit offenem Feuer konnte ein insgesamt geringeres Schadensausmaß beobachtet werden. So beschränkte sich der Brand in 89 % der Fälle ( $n = 260$ ) auf einen Gegenstand/ein Gerät, in 79,7 % ( $n = 228$ ) trat keine beziehungsweise keine nennenswerte Rauchausbreitung auf und in 86,2 % der Fälle ( $n = 249$ ) betrug der geschätzte Sachschaden weniger als 1.000 Euro.

In einem Einsatz gab es einen Sterbefall, in elf Einsätzen gab es 14 Verletzte. Damit gehen 12,5 % aller Todesfälle und 6,5 % aller Verletzten, die in der vfdb-Brandschadenstatistik erfasst wurden, auf den fehlerhaften Umgang mit offenem Feuer zurück. In Bild 17 sind die maßgeblichen Schadenmerkmale zusammengefasst.

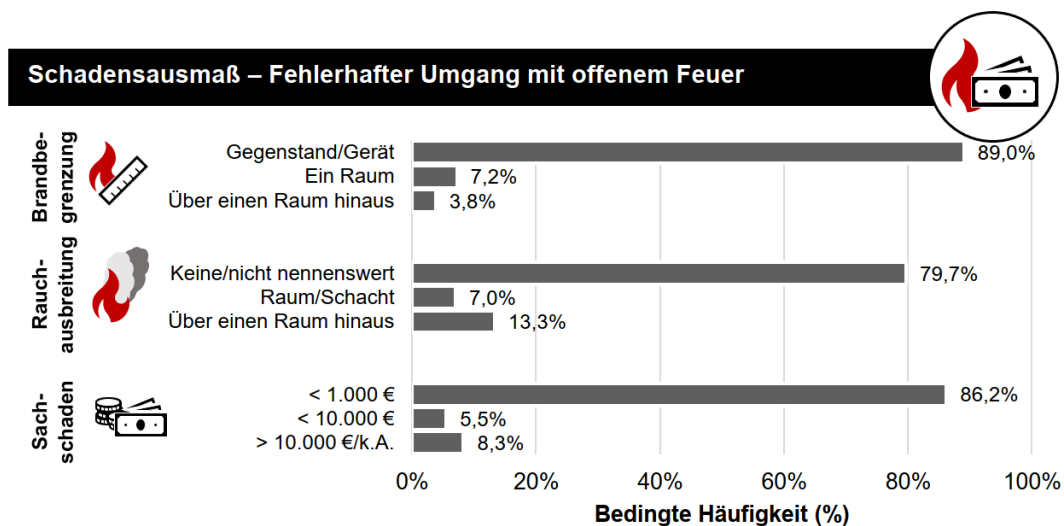


Bild 17: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer"

Die Auswertung der Brandschutzmaßnahmen zeigt, dass beim fehlerhaften Umgang mit offenem Feuer anteilmäßig häufiger Erstmaßnahmen dazu führten, dass Brände beim Eintreffen der Einsatzkräfte bereits gelöscht waren. Überdurchschnittlich häufig kamen hierfür Feuerlöscher ( $b = 22,6 \%$ ,  $n = 21$ ) beziehungsweise Wandhydranten ( $b = 3,2 \%$ ,  $n = 3$ ) zum Einsatz. In 59,1 % der Fälle ( $n = 55$ ) war der Brand jedoch auch aus unbekanntem Gründen bereits erloschen. Bei 96,6 % der Brände setzte die Feuerwehr kein ( $b = 32,8 \%$ ,  $n = 95$ ) oder weniger als 500 Liter ( $b = 63,8 \%$ ,  $n = 185$ ) Löschwasser zur Brandbekämpfung ein.

Die Brände wurden besonders häufig über Mobiltelefone ( $b = 73,5\%$ ,  $n = 214$ ) und weniger oft über anlagentechnische Einrichtungen gemeldet. Bild 18 fasst die wesentlichen Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen zusammen.

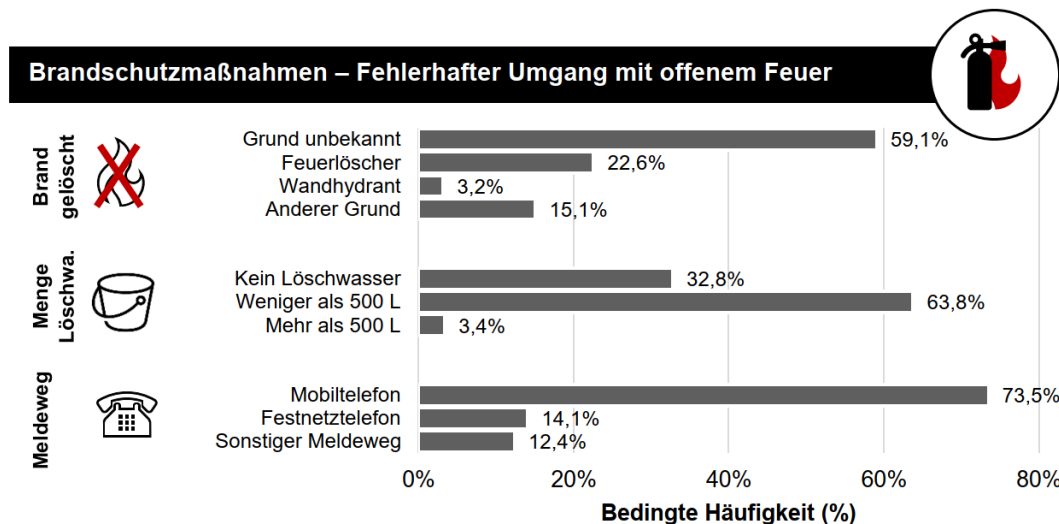


Bild 18: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer"

### 5.2.2 Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen

Der fehlerhafte Umgang mit elektrischen Anlagen war bei 7,6 % aller Gebäudebrände ( $N = 91$ ) die vermutete Brandursache. Bei der Untersuchung der Ereignismerkmale zeigt sich, dass die Ursache hier vor allem Herde beziehungsweise Öfen ( $b = 72,5\%$ ,  $n = 66$ ) sowie elektrische Geräte respektive Maschinen ( $b = 15,4\%$ ,  $n = 14$ ) waren.

Auch wenn bei dieser Art der Brandursache die Wohnnutzung die dominierende Gebäudenutzungsform war ( $b = 64,8\%$ ,  $n = 57$ ), konnten im Bereich der Sondernutzungen Abweichungen beobachtet werden. Abgesehen von Verwaltungs- und Bürogebäuden ( $b = 3,4\%$ ,  $n = 3$ ) kam es in Krankenhäusern beziehungsweise Alten- und Pflegeheimen ( $b = 4,5\%$ ,  $n = 4$ ), Kindergärten, Schulen und Hochschulen ( $b = 2,3\%$ ,  $n = 2$ ) sowie in Beherbergungsbetrieben ( $b = 9,1\%$ ,  $n = 8$ ) zu einem Brand durch einen fehlerhaften Umgang mit elektrischen Anlagen.

Die Brände entstanden vornehmlich in der Küche ( $b = 67,8\%$ ,  $n = 61$ ) und im Wohnraum ( $b = 7,8\%$ ,  $n = 7$ ) und waren schwerpunktmäßig zwischen dem Erdgeschoss und dem

siebten Obergeschoss zu finden. Zusammengefasst finden sich die wesentlichen Ereignismerkmale in Bild 19.

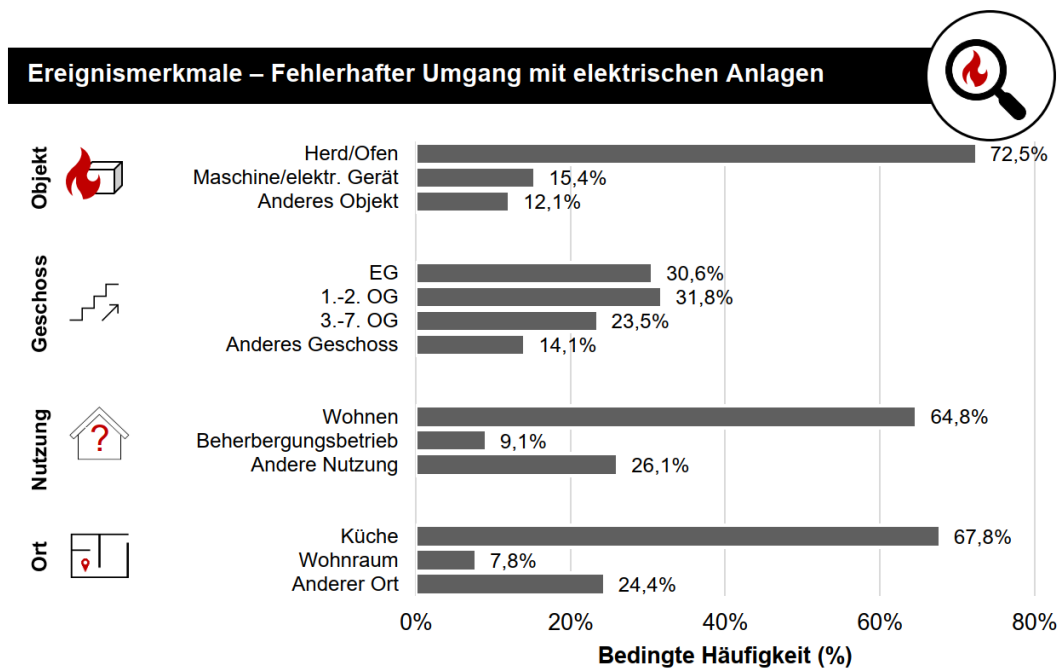


Bild 19: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen"

Die Betrachtung der schadenrelevanten Merkmale (siehe Bild 20) zeigt, dass Brände, die durch einen fehlerhaften Umgang mit elektrischen Anlagen verursacht wurden, insgesamt mit einem geringen Schadensausmaß verbunden waren. 91,2 % der Brände beschränkten sich auf einen Gegenstand/ein Gerät ( $b = 75,6 \%$ ,  $n = 68$ ) beziehungsweise auf einen Raum ( $b = 15,6 \%$ ,  $n = 14$ ). Etwas häufiger als im Vergleich zum Durchschnitt kamen Brände vor, die sich über mehrere Räume erstreckten. Auffällig ist, dass die beim Eintreffen der Einsatzkräfte beobachtete Rauchausbreitung am häufigsten nicht nennenswert war ( $b = 38,9 \%$ ,  $n = 35$ ), sich jedoch auch überdurchschnittlich oft auf eine Raumgruppe/Wohnung bezog ( $b = 31,1 \%$ ,  $n = 28$ ).

78 % der Brände ( $n = 71$ ) waren mit einem vermuteten Sachschadenumfang von weniger als 1.000 Euro verbunden. Außerdem wurden keine Todesfälle verzeichnet und lediglich sechs Personen verletzt. 5,6 % aller in der Brandschadenstatistik verzeichneten Verletzten gehen demnach auf den fehlerhaften Umgang mit elektrischen Anlagen zurück.



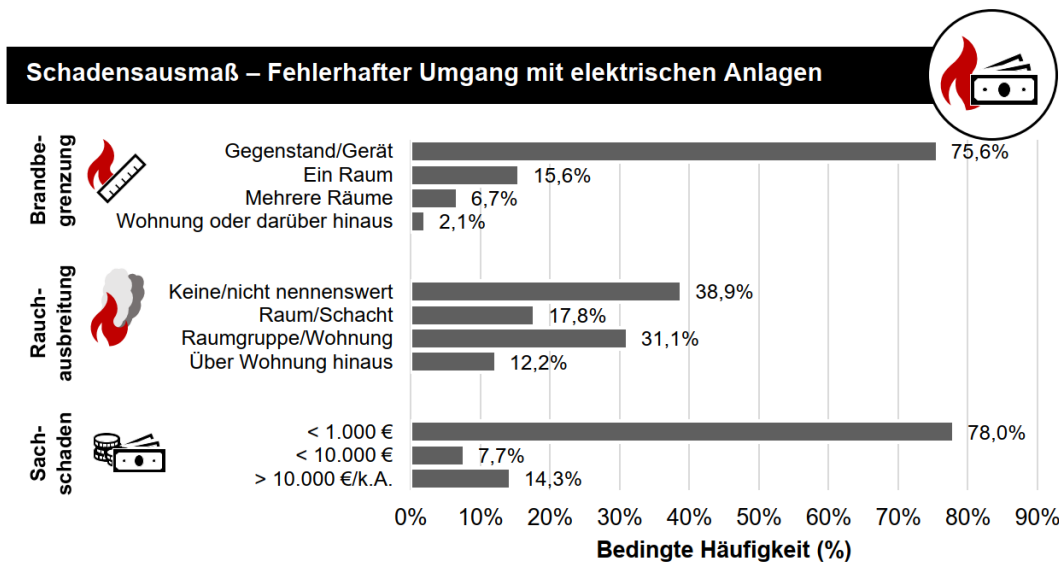


Bild 20: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen"

Im Bereich der Brandschutzmaßnahmen zeigt sich in den Fällen, in denen der Brand beim Eintreffen der Einsatzkräfte bereits gelöscht war, dass sich der Brand selbst limitierte ( $b = 62,2\%$ ,  $n = 28$ ) beziehungsweise der Grund unbekannt war ( $b = 31,1\%$ ,  $n = 14$ ). Maßnahmen wie der Einsatz von Feuerlöschern, Wandhydranten oder automatischen Löschanlagen spielten hier eine untergeordnete Rolle.

Überdurchschnittlich häufig musste die Feuerwehr kein Löschwasser einsetzen ( $b = 67\%$ ,  $n = 61$ ). Außerdem war der Löschwasserbedarf bei derartigen Bränden insgesamt eher gering.

Überdurchschnittlich viele Brände wurden über das Festnetztelefon ( $b = 43,7\%$ ,  $n = 38$ ) oder die automatische Brandmeldeanlage ( $b = 24,1\%$ ,  $n = 21$ ) gemeldet. Circa jeder vierte Brand wurde zwar über das Mobiltelefon gemeldet ( $b = 26,4\%$ ,  $n = 23$ ). Bild 21 fasst die Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen zusammen.

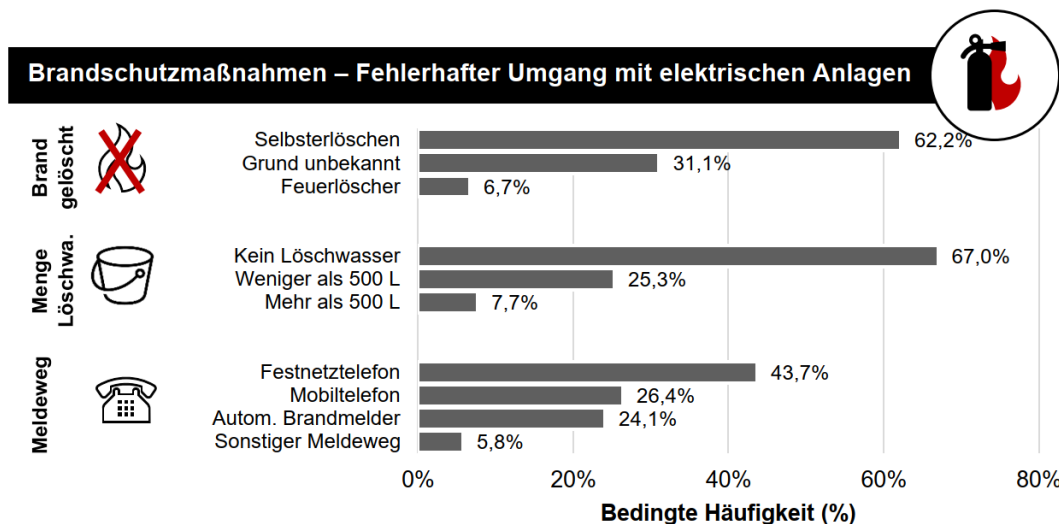


Bild 21: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen"

### 5.2.3 Sonstiger fehlerhafter Umgang

Mit einem relativen Anteil von 15,3 % ( $N = 184$ ) handelte es sich bei dem fehlerhaften Umgang aus sonstigen Gründen um die dritthäufigste Brandursache. Die Analyse der Ereignismerkmale zeigt, dass bei dieser Brandursache überdurchschnittlich häufig der Herd oder der Ofen das Objekt der Brandentstehung ist ( $b = 73,2\%$ ,  $n = 134$ ). Andere Objekte spielten eine weniger relevante Rolle.

Die Gebäudenutzung „Wohnen“ sticht auch bei dieser Brandursache mit einer bedingten Häufigkeit von 71,4 % ( $n = 130$ ) heraus. Außerdem fällt auf, dass Krankenhäuser und Alten- beziehungsweise Pflegeheime mit einem Anteil von 8,2 % ( $n = 15$ ) besonders häufig betroffen waren. Andere Sondernutzungen wie Beherbergungsbetriebe ( $b = 3,3\%$ ,  $n = 6$ ) und Verwaltungs- respektive Bürogebäude ( $b = 4,4\%$ ,  $n = 8$ ) waren bei dieser Brandursache ebenfalls etwas häufiger betroffen.

Die Brände traten vorwiegend in der Küche ( $b = 74,2\%$ ,  $n = 135$ ) beziehungsweise in dem Wohnraum ( $b = 6,6\%$ ,  $n = 11$ ) auf und fanden schwerpunktmäßig im ersten und zweiten Obergeschoss ( $b = 43,1\%$ ,  $n = 78$ ) sowie dem Erdgeschoss ( $b = 29,3\%$ ,  $n = 53$ ) und dem dritten bis siebten Obergeschoss ( $b = 23,8\%$ ,  $n = 43$ ) statt. Die Verteilung der wesentlichen Ereignismerkmale findet sich in Bild 22 wieder.

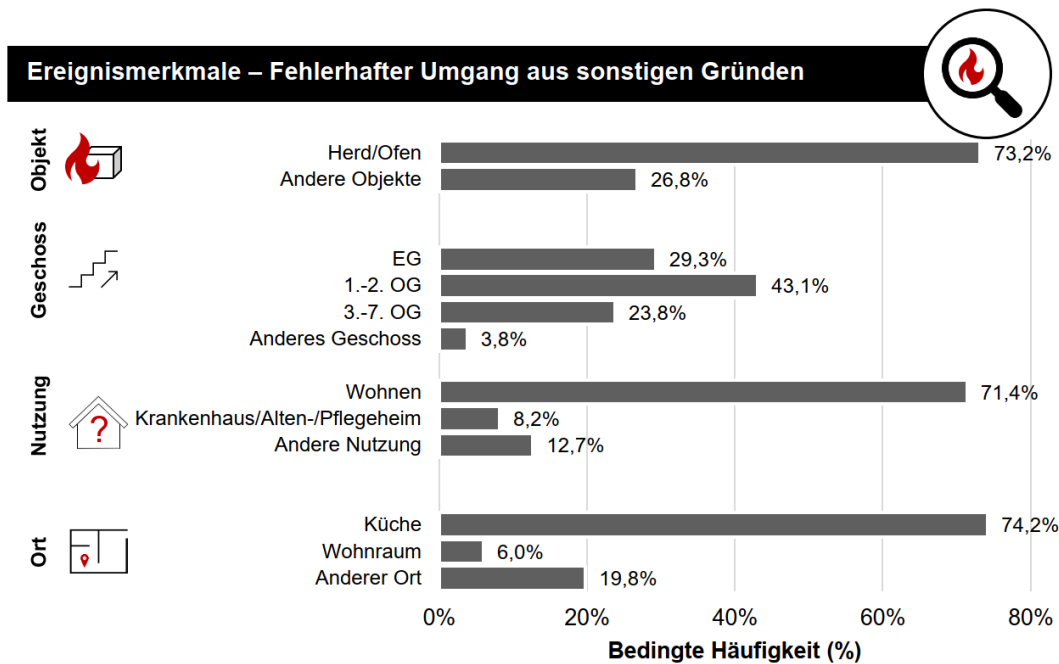


Bild 22: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen"

Die Auswertung des Schadenumfangs (siehe Bild 23) zeigt insgesamt geringe Schäden. Die meisten Brände beschränkten sich auf einen Gegenstand beziehungsweise ein Gerät ( $b = 81,8 \%$ ,  $n = 148$ ). Im Vergleich zu anderen Brandursachen zeigt sich aber, dass Brände etwas häufiger die ganze Wohnung umfassten ( $b = 2,2 \%$ ,  $n = 4$ ).

Beim Großteil der Gebäudebrände spielte die Rauchausbreitung keine nennenswerte Rolle. Bei der hier untersuchten Brandursache war dies anders. Am häufigsten wurde eine Rauchausbreitung beobachtet, die die ganze Wohnung betraf ( $b = 36,8 \%$ ,  $n = 64$ ). Überdurchschnittlich oft konnte Rauch in Räumen/Schächten ( $b = 24,1 \%$ ,  $n = 42$ ) beziehungsweise in Fluren ( $b = 3,4 \%$ ,  $n = 6$ ) beobachtet werden.

Der Sachschaden belief sich besonders oft auf einen Betrag von weniger als 1.000 Euro ( $b = 73,6 \%$ ,  $n = 128$ ). Im Zusammenhang mit dem sonstigen fehlerhaften Umgang konnte kein Sterbefall beobachtet werden. Bei 24 Brandeinsätzen kam es zu 32 Verletzten. 14,9 % dieser Fälle konnten auf diese Brandursache zurückgeführt werden.

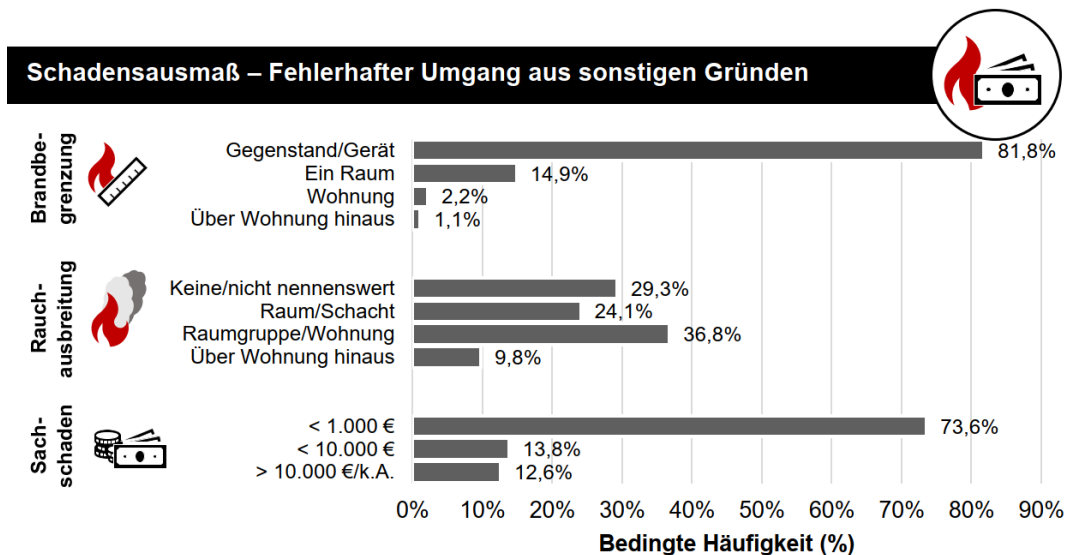


Bild 23: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen"

Umfangreiche Brandschutzmaßnahmen waren bei dieser Brandursache selten erforderlich (siehe Bild 24). War der Brand beim Eintreffen bereits gelöscht, geschah dies aus unbekanntem Gründen ( $b = 51,9 \%$ ,  $n = 54$ ) oder weil sich der Brand von selbst limitierte ( $b = 37,5 \%$ ,  $n = 39$ ). Spezielle Erstmaßnahmen, wie der Einsatz von Feuerlöschern, spielten eine untergeordnete Rolle. Beim Großteil der Brände setzte die Feuerwehr kein Löschwasser ( $b = 68,3 \%$ ,  $n = 123$ ) oder weniger als 500 Liter ( $b = 29,4 \%$ ,  $n = 53$ ) ein.

Brände wurden in diesem Kontext vor allem über das Festnetztelefon gemeldet ( $b = 41,8 \%$ ,  $n = 71$ ), während die Meldung über das Mobiltelefon unterdurchschnittlich häufig relevant war ( $b = 32,4 \%$ ,  $n = 55$ ). Auffällig ist jedoch, dass der Anteil der über automatische Melder einer Brandmeldeanlage gemeldeten Fälle mit  $23,5 \%$  ( $n = 40$ ) häufiger vorkam als bei anderen Brandursachen.

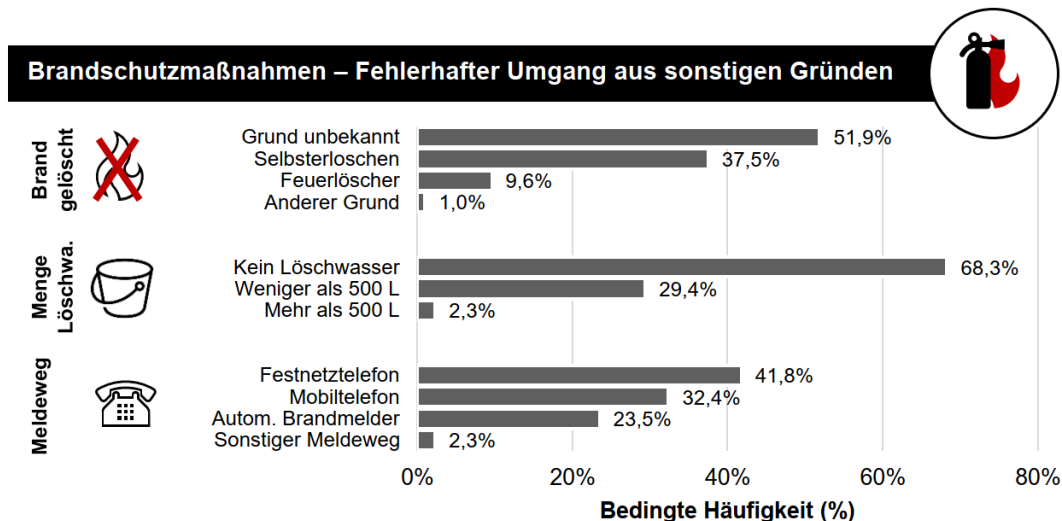


Bild 24: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen"

#### 5.2.4 Vorsätzliche Brandstiftung

In 110 Fällen ( $h = 9,2\%$ ), und damit am fünfthäufigsten, handelte es sich bei der vermuteten Brandursache um vorsätzliche Brandstiftung. Die Ereignismerkmale (siehe Bild 25) unterscheiden sich im Vergleich zu den Ursachen, die mit einem fehlerhaften Umgang verbunden sind, teilweise stark. Häufig handelt es sich bei dem Objekt der Brandentstehung um Müllbehälter ( $b = 27,6\%$ ,  $n = 29$ ), Sperrmüll/Unrat ( $b = 21\%$ ,  $n = 22$ ) und Einrichtungsgegenstände ( $b = 11,4\%$ ,  $n = 12$ ).

Derartige Brände kamen zwar am häufigsten in Gebäuden mit einer Wohnnutzung vor ( $b = 43,5\%$ ,  $n = 37$ ), verschiedene Nutzungen besonderer Art waren jedoch überdurchschnittlich häufig betroffen – beispielsweise Mischnutzungen in  $7,1\%$  ( $n = 6$ ), Verkaufsstätten in  $3,5\%$  ( $n = 3$ ), Bildungseinrichtungen in  $3,5\%$  ( $n = 3$ ), Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen in  $5,9\%$  ( $n = 5$ ), Garagen in  $2,5\%$  ( $n = 2$ ) und landwirtschaftliche Anwesen in  $1,2\%$  der Fälle ( $n = 1$ ).

Brände, die vermutlich durch vorsätzliche Brandstiftung verursacht wurden, kamen schwerpunktmäßig im Erdgeschoss vor ( $b = 56,3\%$ ,  $n = 40$ ). Fast jeder vierte Brand ( $b = 23,5\%$ ,  $n = 19$ ) fand im Flur beziehungsweise Treppenraum statt. Die Brandschadenstatistik zeigt aber auch, dass viele Orte, die bei anderen Brandursachen eher unterrepräsentiert waren, überdurchschnittlich häufig betroffen waren. Beispielhaft zu

nennen sind der Schlafrum ( $b = 7,4 \%$ ,  $n = 6$ ), Fassadenelemente ( $b = 4,9 \%$ ,  $n = 4$ ) oder mehrere Orte ( $b = 6,2 \%$ ,  $n = 5$ ).

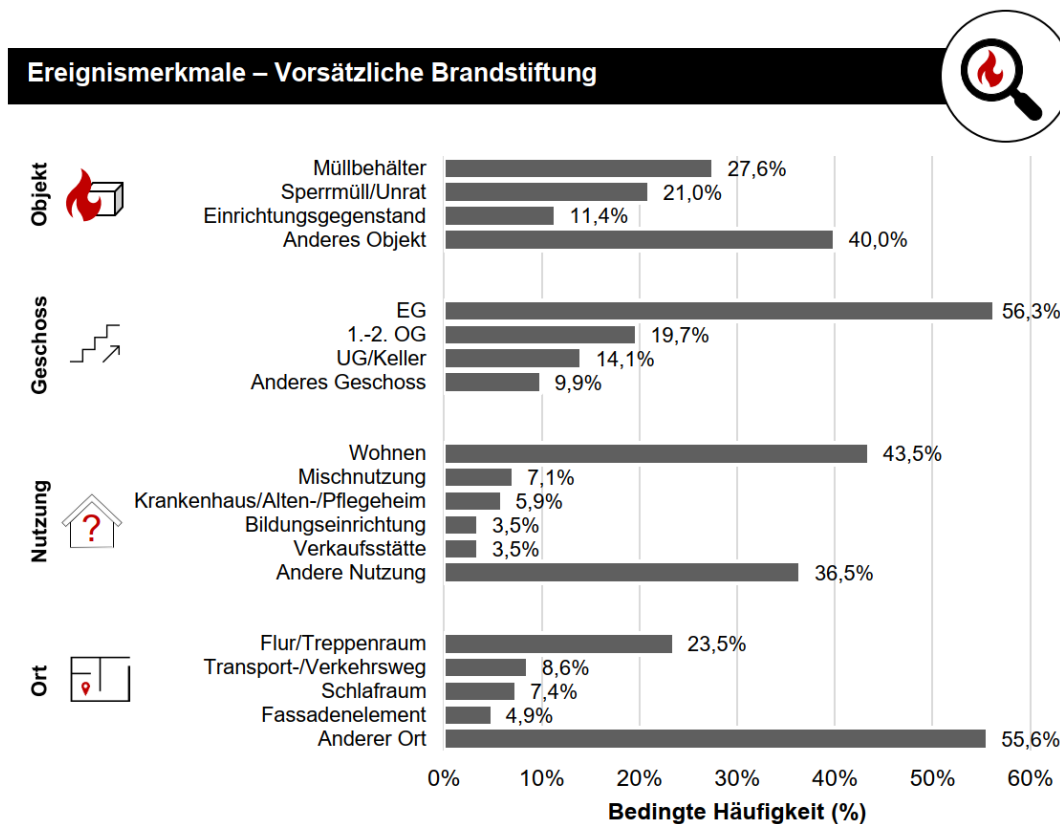


Bild 25: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Vorsätzliche Brandstiftung"

Auch das Schadensausmaß (siehe Bild 26) unterscheidet sich teilweise stark von den zuvor analysierten Brandursachen. 89 % der Brände beschränkten sich zwar auf einen Gegenstand oder einen Raum, gleichzeitig konnte aber beobachtet werden, dass der Brand überdurchschnittlich häufig ein ( $b = 1,8 \%$ ,  $n = 2$ ) oder mehrere Geschosse ( $b = 2,8 \%$ ,  $n = 3$ ), den Treppenraum ( $b = 2,8 \%$ ,  $n = 3$ ) oder mehrere Brandabschnitte ( $b = 0,9 \%$ ,  $n = 1$ ) betraf. Dies spiegelt sich auch in der beobachteten Rauchausbreitung wider. 28,5 % der Brände waren mit einer Rauchausbreitung verbunden, die über die Wohnung hinausging.

Die Höhe der geschätzten Sachschäden verlagerte sich in den Fällen der vorsätzlichen Brandstiftung etwas nach oben – es traten mehr Schäden auf, die oberhalb eines Sachschadens von 1.000 Euro verortet werden können. Außerdem zeigte sich, dass 7,9 % aller Verletzten ( $n = 17$ ) mit dieser Brandursache verbunden waren.

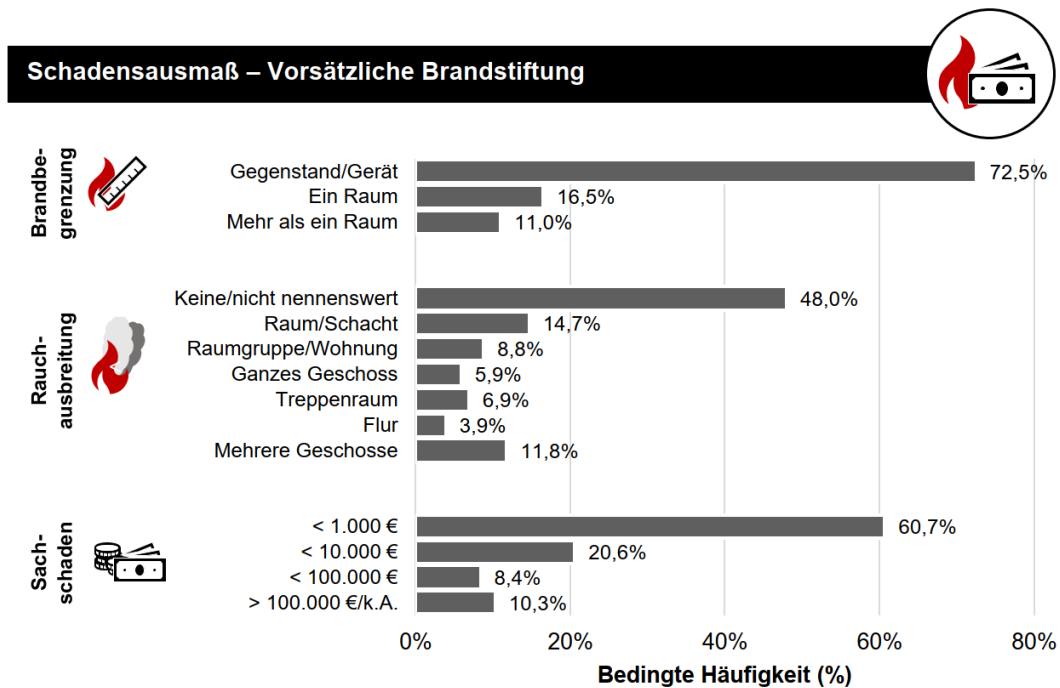


Bild 26: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Vorsätzliche Brandstiftung"

Aus den Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen (siehe Bild 27) geht hervor, dass im Rahmen der Entstehungsbrandbekämpfung besonders häufig Feuerlöscher zum Einsatz kamen ( $b = 28,6\%$ ,  $n = 6$ ). Der Bedarf an Löschwasser war insgesamt höher, bei dem Großteil der Brände ( $b = 56,1\%$ ,  $n = 60$ ) beschränkte sich die erforderliche Menge aber auf maximal 500 Liter.

Anlagentechnische Meldesysteme spielten bei der vorsätzlichen Brandstiftung eine untergeordnete Rolle. Dafür war der Anteil der telefonischen Meldungen über Festnetz- ( $b = 47\%$ ,  $n = 47$ ) und Mobiltelefone ( $b = 43\%$ ,  $n = 43$ ) hoch.

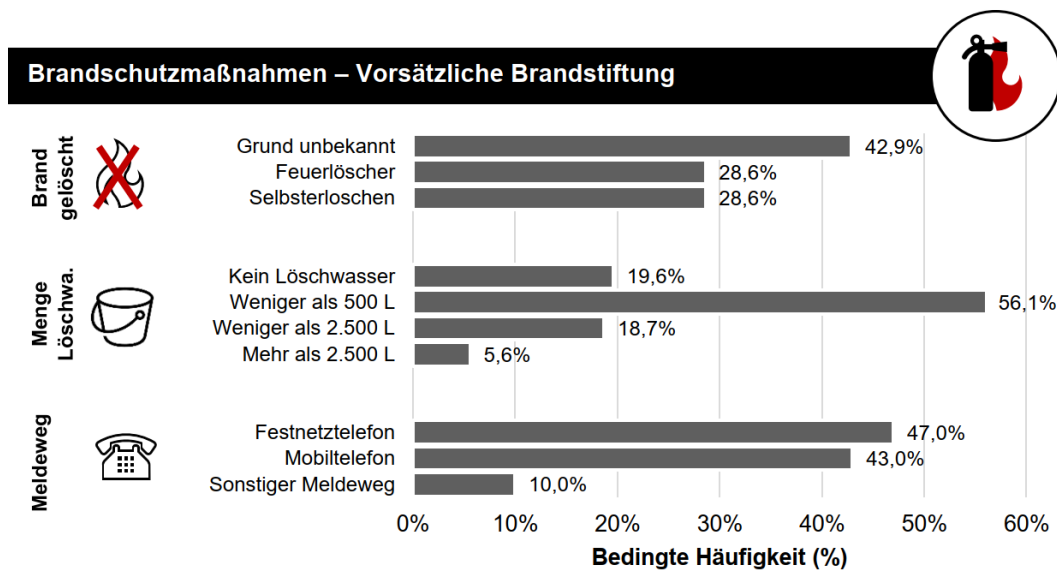


Bild 27: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Vorsätzliche Brandstiftung"

### 5.2.5 Technischer Defekt

Die Ereignismerkmale (siehe Bild 28), die die 156 Gebäudebrände ( $h = 13\%$ ) mit der Ursache „Technischer Defekt“ prägen, unterscheiden sich von jenen der übrigen Brandursachen. Im Großteil der Fälle waren Maschinen oder elektrische Geräte ( $b = 36,1\%$ ,  $n = 56$ ) sowie elektrische Installationen ( $b = 35,5\%$ ,  $n = 55$ ) Objekt der Brandentstehung. Neben dem Herd und dem Ofen ( $b = 12,3\%$ ,  $n = 19$ ) spielten andere Objekte eine weniger wichtige Rolle.

Brände mit dieser Brandursache waren – abgesehen von der Wohnnutzung ( $b = 37,6\%$ ,  $n = 56$ ), die fortwährend alle Brandursachen dominierte – vor allem im Bereich der industriellen ( $b = 16,8\%$ ,  $n = 25$ ) und der Verwaltungs- beziehungsweise Büronutzung ( $b = 7,4\%$ ,  $n = 11$ ) zu finden.

Schwerpunktmäßig traten derartige Brände vor allem im Erdgeschoss ( $b = 40\%$ ,  $n = 56$ ) und überdurchschnittlich häufig im Untergeschoss/Keller ( $b = 27,1\%$ ,  $n = 38$ ) auf. Beim Ort der Brandentstehung prävalierten vor allem die Küche ( $b = 17,9\%$ ,  $n = 26$ ), der Maschinenraum ( $b = 11,7\%$ ,  $n = 17$ ) und das Büro/der Geschäftsraum ( $b = 6,9\%$ ,  $n = 10$ ). Die Brandschadenstatistik zeigt hier auch, dass viele Orte, wie Heizungsräume, Werkstätten, Flure oder Treppenträume, überdurchschnittlich oft betroffen waren.



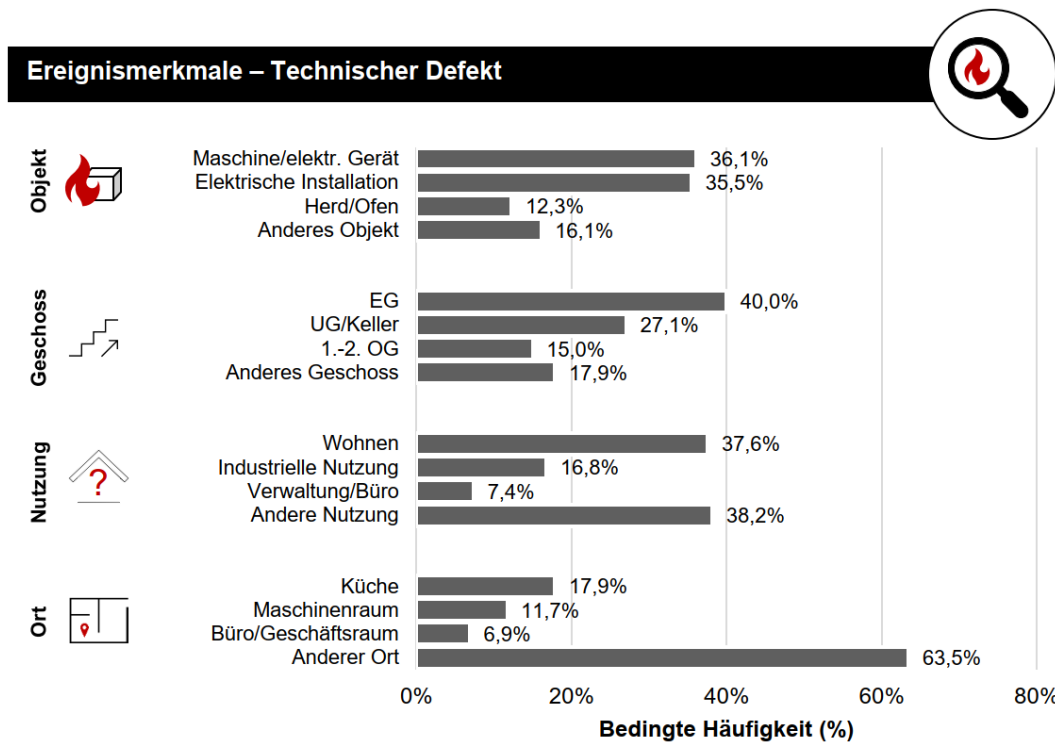


Bild 28: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Technischer Defekt"

Die Untersuchung des Schadenumfangs (siehe Bild 29) zeigt, dass der Großteil der Brände auf einen Gegenstand/ein Gerät ( $b = 75,5\%$ ,  $n = 114$ ) und einen Raum ( $b = 19,9\%$ ,  $n = 30$ ) beschränkt war. Es gab häufiger relevante Rauchausbreitungen, die nicht selten über einen Raum/einen Schacht hinaus gingen.

Mit einem technischen Defekt waren häufiger höhere Sachschäden verbunden. Bei 50 % der Brände ( $n = 73$ ) belief sich der geschätzte Sachschaden auf einen Wert unterhalb von 1.000 Euro, überdurchschnittlich oft konnten aber Schäden bis zu 10.000 Euro ( $b = 28\%$ ,  $n = 38$ ) oder höher beobachtet werden.

Es wurden keine Sterbefälle verzeichnet, allerdings wurden bei Bränden aufgrund eines technischen Defekts 20 Personen verletzt ( $b = 9,3\%$ ).

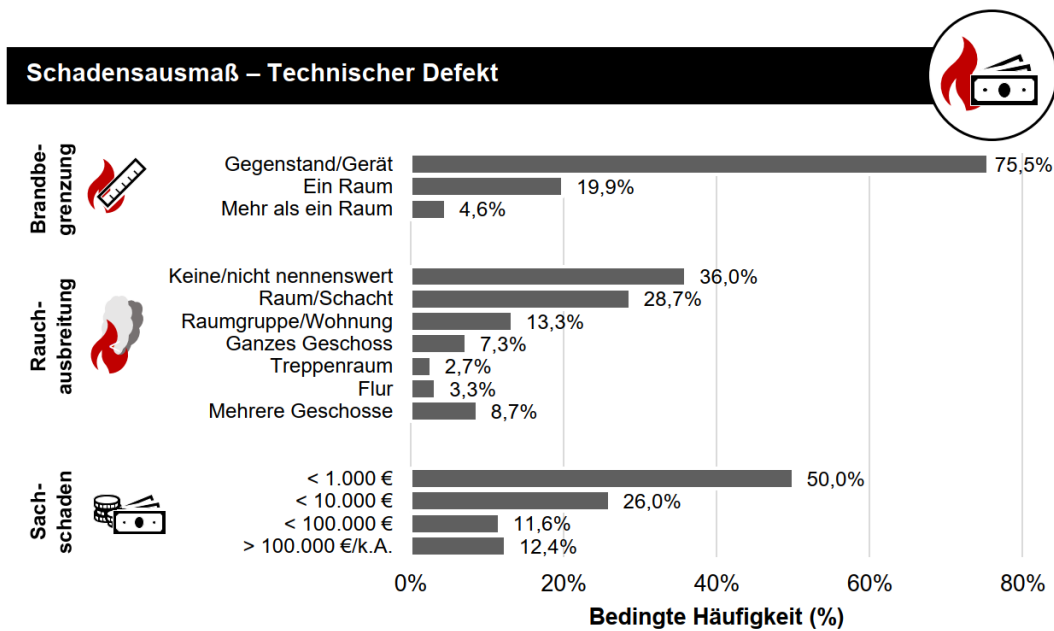


Bild 29: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Technischer Defekt"

Im Rahmen der Ereignisbewältigung (siehe Bild 30) zeigte sich, dass Brände, die beim Eintreffen der Feuerwehr bereits gelöscht waren, überdurchschnittlich häufig selbst erloschen ( $b = 57,6 \%$ ,  $n = 34$ ). Der Einsatz von Feuerlöschern ( $b = 22 \%$ ,  $n = 13$ ) oder von Wandhydranten ( $b = 5,1 \%$ ,  $n = 3$ ) war ebenfalls relevant. Die Feuerwehr musste oft kein Löschwasser einsetzen ( $b = 50 \%$ ,  $n = 72$ ).

Häufig wurden derartige Brandereignisse über das Festnetztelefon gemeldet ( $b = 37,3 \%$ ,  $n = 53$ ) oder aber über automatischen Brandmelder ( $b = 31,7 \%$ ,  $n = 45$ ) und Mobiltelefone ( $b = 28,9 \%$ ,  $n = 41$ ).

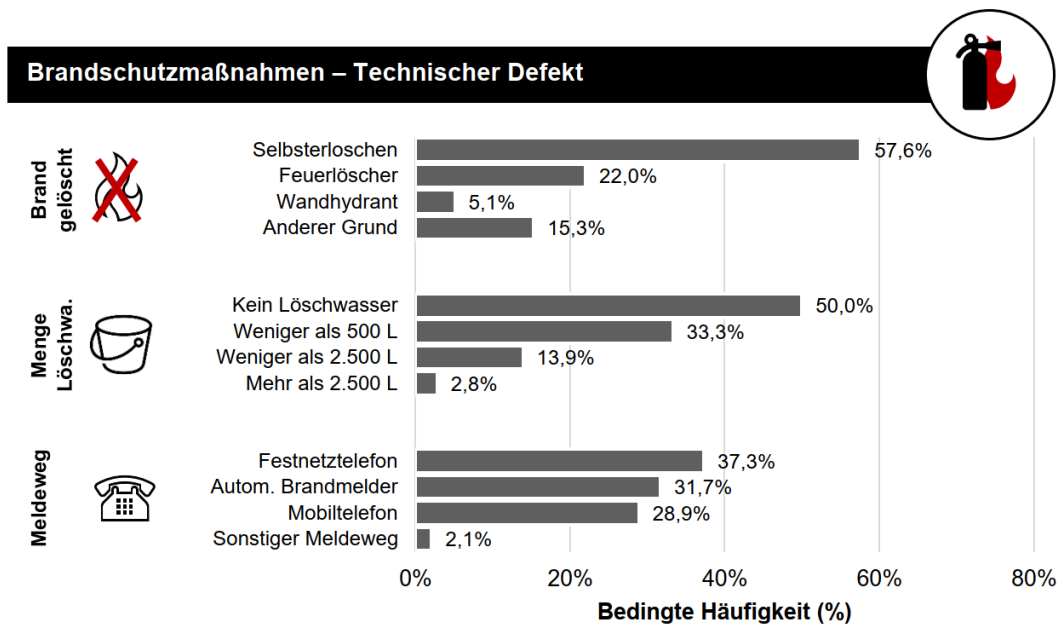


Bild 30: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Technischer Defekt"

### 5.2.6 Ursache unbekannt

Der Anteil der Brandereignisse mit unbekannter Ursache ist mit 20,8 % ( $n = 249$ ) hoch. Bei den Angaben zu den Ereignismerkmalen (siehe Bild 31) fällt auf, dass das Brandobjekt in der Vielzahl der Fälle ( $b = 38,1$  %,  $n = 91$ ) nicht bekannt war. Daneben handelte es sich in 13,4 % ( $n = 32$ ) um Einrichtungsgegenstände und in 10,5 % ( $n = 25$ ) um Müllbehälter.

Überdurchschnittlich häufig kam es bei der Wohnnutzung ( $b = 53,3$  %,  $n = 121$ ), bei einer Mischnutzung ( $b = 7,5$  %,  $n = 17$ ) und in Lagern ( $b = 6,2$  %,  $n = 14$ ) zu einem Brand aus unklaren Ursachen. Die Brände fanden schwerpunktmäßig im Erdgeschoss ( $b = 40,5$  %,  $n = 83$ ), im ersten und zweiten Obergeschoss ( $b = 24,4$  %,  $n = 50$ ) und im Untergeschoss/Keller ( $b = 20$  %,  $n = 41$ ) statt. Obwohl der Wohnraum mit einem Anteil von 14,6 % ( $n = 33$ ) am häufigsten betroffen war, lässt sich kein Schwerpunkt bei dem exakten Ort der Brandentstehung ausfindig machen.

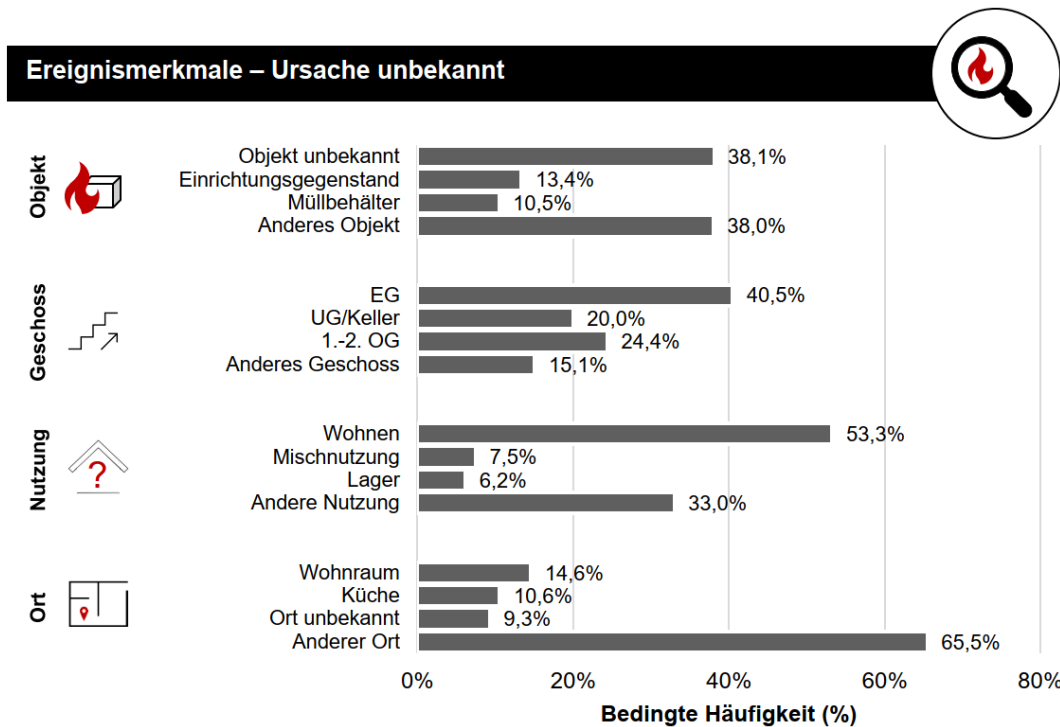


Bild 31: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Ursache unbekannt"

Die Daten der Brandschadenstatistik zeigen, dass Brände mit einer unklaren Ursache mit einem sehr hohen Schadenumfang verbunden waren (siehe Bild 32). Lediglich in 44,4 % der Fälle ( $n = 107$ ) waren die Brände auf einen Gegenstand/ein Gerät begrenzt – überdurchschnittlich oft gingen sie darüber hinaus. Analog dazu konnte häufiger eine nennenswerte Rauchausbreitung beobachtet werden, die in 55 % der Gebäudebrände ( $n = 127$ ) über den eigentlichen Brandraum hinaus ging.

Brände unklarer Entstehung waren mit einem hohen Personenschaden verbunden – 87,5 % aller registrierten Todesfälle ( $n = 7$ ) und 55,3 % aller verletzten Personen ( $n = 119$ ) standen mit dieser Brandursachen-Kategorie in Verbindung.

Der geschätzte Sachschaden war überdurchschnittlich hoch. Lediglich 32,2 % ( $n = 74$ ) der Brände waren mit einem Sachschaden von weniger als 1.000 Euro verbunden. In 28,7 % ( $n = 66$ ) der Fälle trat ein Sachschaden von weniger als 10.000 Euro und in 19,6 % ( $n = 45$ ) der Fälle ein Schaden von weniger als 100.000 Euro auf.

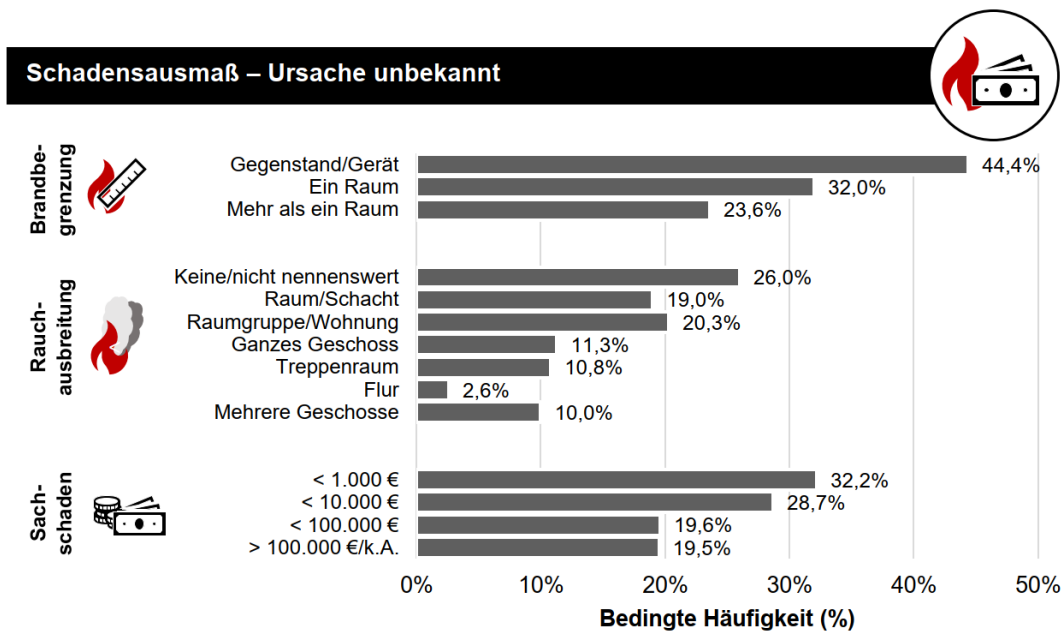


Bild 32: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Ursache unbekannt"

Bei Brandereignissen mit unklarer Ursache (siehe Bild 33) waren häufiger große Löschwassermengen erforderlich. In lediglich 17,7 % ( $n = 43$ ), und damit stark unterrepräsentiert, traten Brandfälle auf, bei denen kein Löschwasser erforderlich war. Brände, bei denen eine Löschwassermenge von mehr als 500 Liter notwendig waren, traten überdurchschnittlich häufig auf.

In 56,5 % der Fälle ( $n = 26$ ), bei denen der Brand vor Eintreffen der Feuerwehr gelöscht war, war der Grund hierfür nicht bekannt. Bei 23,9 % dieser Brände ( $n = 11$ ) kam für die Entstehungsbrandbekämpfung ein Feuerlöscher, in 2,2 % ( $n = 1$ ) ein Wandhydrant zum Einsatz.

Die Untersuchung des Meldewegs zeigte, dass Brandereignisse häufiger über das Festnetztelefon gemeldet wurden ( $b = 48,6 \%$ ,  $n = 108$ ) als über das Mobiltelefon ( $b = 40,1 \%$ ,  $n = 89$ ).

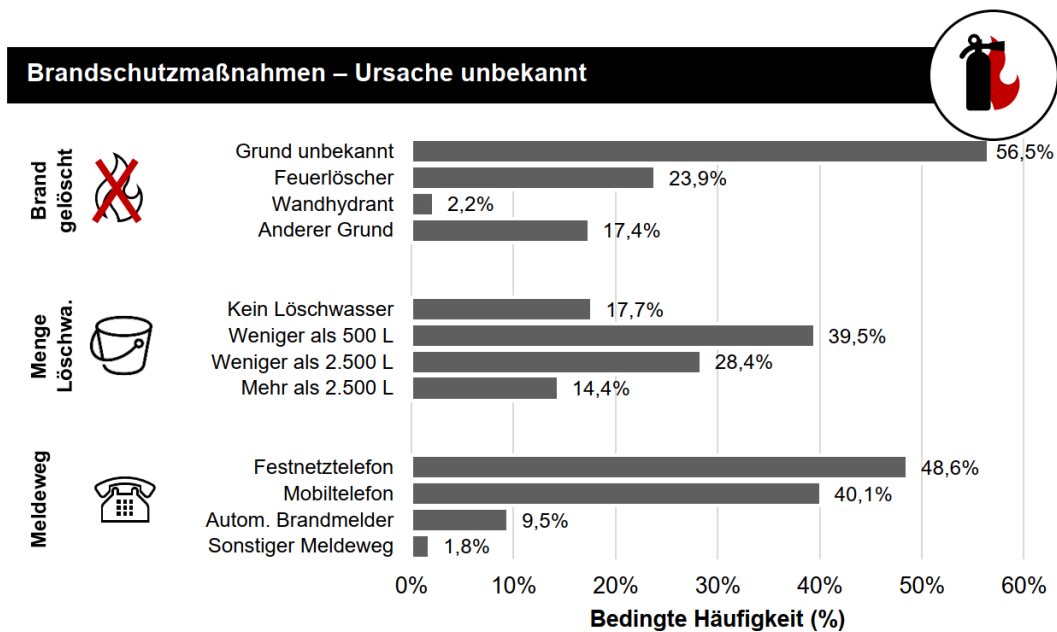


Bild 33: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Ursache unbekannt"

### 5.3 Untersuchung übergeordneter Einflussfaktoren

Im Rahmen der übergeordneten Analyse werden zuerst feuerwehrspezifische Abhängigkeiten beleuchtet, bevor näher auf geographische und zeitliche Aspekte eingegangen wird.

#### 5.3.1 Feuerwehrspezifische Abhängigkeiten

Bei Betrachtung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Art der Feuerwehr (siehe Bild 34 und Anhang C.3.1) zeigen sich Auffälligkeiten. Die Verteilung der vermuteten Ursachen zwischen Freiwilliger Feuerwehr und Berufsfeuerwehr unterscheidet sich nur gering – die Differenzen zwischen den einzelnen Merkmalsausprägungen betragen zwischen 1,7 % und 3,8 %. Bei der Werkfeuerwehr hingegen lässt sich eine starke Abweichung der Häufigkeitsverteilung feststellen.

Werden, analog zum Vorgehen in Kapitel 5.1.1, ausschließlich die maßgeblich auslösenden Faktoren der Brandursachen berücksichtigt, fällt auf, dass der Anteil der menschlich verursachten Brände bei der Freiwilligen Feuerwehr ( $b = 44,2 \%$ ,  $n = 98$ ) und bei der Berufsfeuerwehr ( $b = 50,4 \%$ ,  $n = 368$ ) deutlich geringer war als bei den Werkfeuerwehren ( $b = 87,8 \%$ ,  $n = 217$ ).

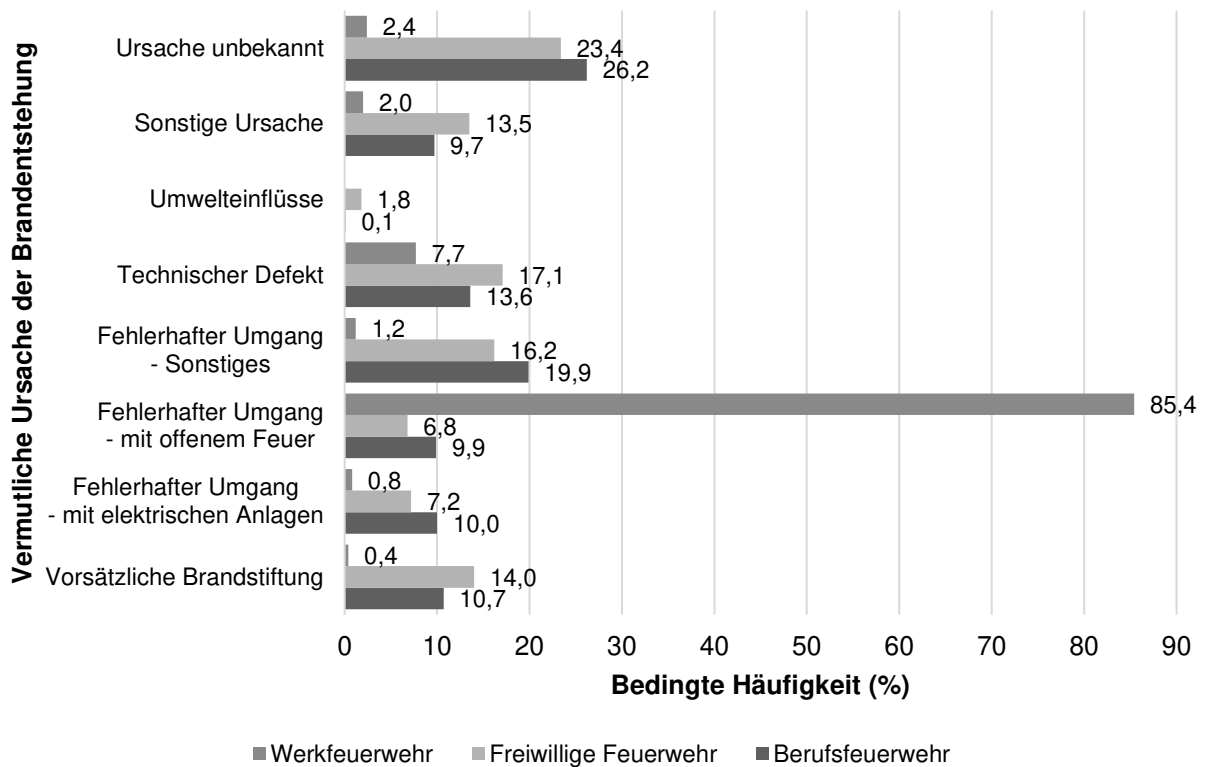


Bild 34: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung in Abhängigkeit von der Art der Feuerwehr

Die beobachtete Abhängigkeit der Verteilung der Brandursachen von der Art der Feuerwehr lässt die Vermutung zu, dass die beiden Merkmale statistisch voneinander abhängig sind. Das Kontingenzmaß nach Cramér ( $V \approx 0,52$ ,  $\chi^2 \approx 641,62$ ) stützt diese Vermutung.

Problematisch ist jedoch, dass in der Brandschadenstatistik des vfdb lediglich zwei Werkfeuerwehren vertreten sind. Da sich der Unterschied in der Verteilung der Brandursachen jedoch ausschließlich auf die Werkfeuerwehren bezieht, muss die Allgemeingültigkeit dieser Abhängigkeit in Frage gestellt werden.

Die Anteile der drei Arten der Feuerwehren in der Brandschadenstatistik spiegelt nicht deren Verteilung in der Bundesrepublik wider (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Relativer Anteil der Art der Feuerwehr in Deutschland (Deutscher Feuerwehrverband, o.D.) und in der vfdb-Brandschadenstatistik (Festag & Döbbling, 2020)

Art der Feuerwehr	Relative Häufigkeit in Deutschland in Prozent	Relative Häufigkeit in der vfdb-Brandschadenstatistik in Prozent
Freiwillige Feuerwehr	96,2	39,3
Berufsfeuerwehr	0,5	53,6
Werkfeuerwehr	3,3	7,1

### 5.3.2 Geographische Abhängigkeiten

Bei der Untersuchung von geographischen Aspekten spielt einerseits die Größe der Gemeinde, in der die an der vfdb-Brandschadenstatistik teilnehmende Feuerwehr agiert, eine Rolle, andererseits sind auch raumtypologische Faktoren wie der regional-statistische Raumtyp und der Grad der Verstädterung von Interesse. Die entsprechenden Informationen sind in den Anhängen D.5 und D.6 zusammengestellt.

Bei der Betrachtung der Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Gemeindegrößenklasse (siehe Anhang C.3.2) fällt auf, dass die bedingten Häufigkeiten der Brandursachen teilweise stark divergieren (siehe Tabelle 2). Ein Trend im Sinne einer Zu- oder Abnahme in Abhängigkeit von der Größe der Gemeinde lässt sich aus der vfdb-Brandschadenstatistik für keine Brandursache ableiten. Der Cramér Index von  $V \approx 0,32$  ( $\chi^2 \approx 718,3$ ) bestätigt einen eher schwachen Zusammenhang zwischen der Gemeindegrößenklasse und der Brandursache.

Tabelle 2: Spannweiten der bedingten Häufigkeiten je vermuteter Brandursache

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Gemeindegrößenklasse) in Prozent	
	Minimum	Maximum
Vorsätzliche Brandstiftung	0,4 % (GK 0)	14,9 % (GK 2)
Fehlerhafter Umgang – mit elektrischen Anlagen	0,8 % (GK 0)	13,4 % (GK 5)
Fehlerhafter Umgang – mit offenem Feuer	0 % (GK 1)	85,4 % (GK 0)
Fehlerhafter Umgang – Sonstige Gründe	1,2 % (GK 5)	55,6 % (GK 1)
Technischer Defekt	7,7 % (GK 0)	20 % (GK 3)
Umwelteinflüsse	0 % (GK 0, 1, 4, 5)	2,2 % (GK 2)
Ursache unbekannt	0 % (GK 1)	35,4 % (GK 5)



Statistiken, die den Zusammenhang zwischen Gemeindegröße und Brandursache darstellen, sind selten. Lediglich in der PKS wird die Verteilung von Fällen der Brandstiftung und dem Herbeiführen einer Brandgefahr in Abhängigkeit von der Gemeindegrößenklasse untersucht (Bundeskriminalamt, 2018a). In der PKS wird ersichtlich, dass derartige Fälle in kleinen Gemeinden häufiger auftreten und der Anteil mit zunehmender Gemeindegröße abnimmt.

Die Untersuchung des regionalstatistischen Typs und des Grades der Verstädterung entfällt, da die feuerwehrweise Aufschlüsselung der Informationen (siehe Tabelle 45 in Anhang C.3.2) zeigt, dass es lediglich eine marginale Diversität bezüglich der raumstrukturellen Eigenschaften gibt. Ohnehin entfallen bei dieser Betrachtung die Werkfeuerwehren und die Gemeinden, die aufgrund der geringen Zahl an Rückmeldebögen zu einer Gruppe zusammengefasst wurden. Bei den übrigen Gemeinden zeigt sich, dass die vfdb-Brandschadenstatistik fast ausschließlich Gemeinden mit einer dichten Besiedelung repräsentiert, wobei es sich überwiegend um Metropolen und Großstädte handelt.

Diese Merkmalsverteilung entspricht bei weitem nicht der tatsächlichen raumtypologischen Struktur der Gemeinden in Deutschland (siehe Anhänge D.5 und D.6). Rund 69 % der Gemeinden gehören zur ländlichen Region (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020a). Während die vertretenen Gemeinden fast ausschließlich dicht besiedelt waren, trifft dieser Anteil in Deutschland nur auf 2 % zu. Die meisten Gemeinden in Deutschland sind gering besiedelt ( $h = 73,5 \%$ ) (Statistisches Bundesamt, 2021c).

### **5.3.3 Zeitliche Abhängigkeiten**

Bei der Untersuchung des Auftretens bestimmter Brandursachen in Abhängigkeit von der Zeit (siehe Kapitel 0) wird einerseits die Abhängigkeit in Verbindung mit den Tagesstunden und andererseits mit den Wochentagen betrachtet.

Die Untersuchung der Brandursachen je Tagesstunde (siehe Anhang C.3.3) zeigt grundsätzlich, dass die meisten Brände zwischen 9 und 21 Uhr auftraten – hier konnten jeweils mehr als 50 Brandeinsätze pro Tagesstunde verzeichnet werden. Bei dem vermuteten fehlerhaften Umgang mit elektrischen Anlagen sowie aus sonstigen Gründen

zeigte sich jedoch keine nennenswerte zeitliche Abhängigkeit. Auffällig ist nur das Häufigkeitsmaximum des fehlerhaften Umgangs mit elektrischen Anlagen in der Zeit zwischen 5 und 6 Uhr ( $b = 21,4\%$ ), das sich deutlich von den anderen Werten abhebt. Brände, die mit einem technischen Defekt oder einer unbekanntem Ursache in Verbindung stehen, weisen auch keine spezifische Zeitabhängigkeit auf.

Bei dem vermuteten fehlerhaften Umgang mit offenem Feuer ist hingegen zu beobachten, dass zwischen 6 und 23 Uhr Ereignisse vornehmlich mit einer bedingten Häufigkeit von über 20 % auftreten. Gebäudebrände, die sich auf eine vorsätzliche Brandstiftung zurückführen lassen, treten zwischen 19 und 7 Uhr besonders häufig mit einem Anteil von über 10 % auf.

Abgesehen von diesen Auffälligkeiten lässt sich keine ausgeprägte Abhängigkeit der Angaben zu den vermuteten Brandursachen und der Tageszeit feststellen. Der Cramér Index bestätigt diesen Verdacht ( $V \approx 0,17$ ,  $\chi^2 \approx 249,8$ ).

Bezogen auf die Wochentage lässt sich bei der Untersuchung der Häufigkeitsverteilung der Brandursachen kein Trend erkennen. Der Cramér Index liegt mit  $V \approx 0,08$  ( $\chi^2 \approx 50,2$ ) in einem Bereich, der für eine statistische Unabhängigkeit steht.

#### **5.4 Repräsentativität und Belastbarkeit der Ergebnisse**

Die Bewertung der statistischen Ergebnisse erfolgt unter zwei Gesichtspunkten: der Repräsentativität und der Belastbarkeit.

Um die Repräsentativität der Ergebnisse zu beurteilen, sollten ausgewählte Ergebnisse der Analyse mit Ergebnissen anderer Einzelstatistiken abgeglichen werden. Ein Abgleich der Daten war häufig nicht möglich oder zeigte keine Übereinstimmung. Beispielsweise deckten sich die Zahlen der Versicherer zur Schadenshäufigkeit nicht mit den Einsatzzahlen des DFV. Der Vergleich der Verteilung der Brandursachen mit den Zahlen des IFS zeigte ebenfalls eine nur teilweise Übereinstimmung. Die geschätzten Sachschäden konnten nicht abgeglichen werden, weil sich die Angaben der Versicherer nicht nur auf den reinen Sachschaden beziehen. Insgesamt zeigt sich, dass die Erhebungskriterien der Einzelstatistiken deutlich unterscheiden.

Um die Belastbarkeit der Häufigkeitsverteilung der Brandursachen zu untersuchen (siehe Anhang C.4 und Bild 35–Bild 40) wurden die relativen Häufigkeiten über die kumulierten Gebäudebrandeinsätze aufgetragen. Die graphische Auswertung zeigt, dass sich im überwiegenden Teil der Fälle eine stabile relative Häufigkeit bei einer Fallzahl von  $n = 800$  einstellt.

Die Konfidenzintervalle, das heißt die Bereiche, innerhalb derer die wahren Parameter mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % zu finden sind, werden mit zunehmender Fallzahl kleiner – mit steigender Stichprobengröße nimmt folglich die Genauigkeit zu.

Auffällig ist, dass das Konfidenzintervall der relativen Häufigkeit für die Brandursache „technischer Defekt“ bereits bei kleinen Fallzahlen den Erwartungswert überdeckt. Daraus kann geschlossen werden, dass in diesem Fall bereits kleinere Stichproben valide Ergebnisse liefern.

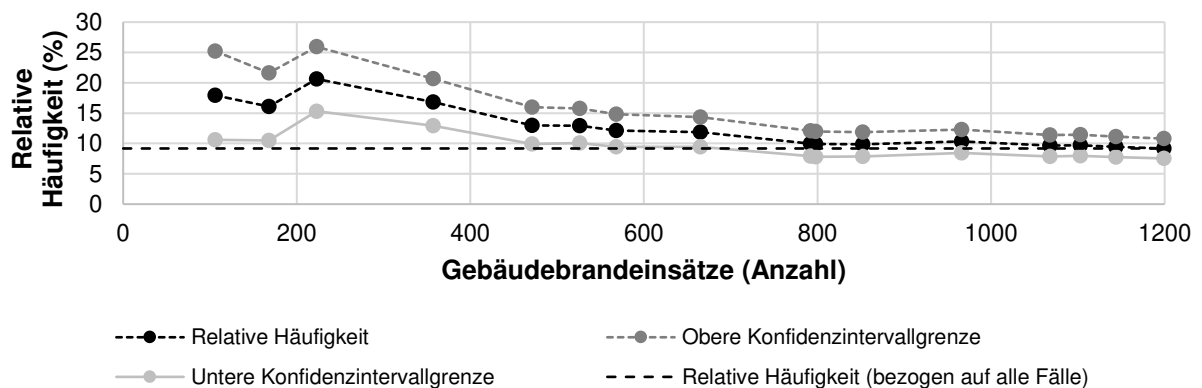


Bild 35: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "vorsätzliche Brandstiftung" in Abhängigkeit von der Fallzahl

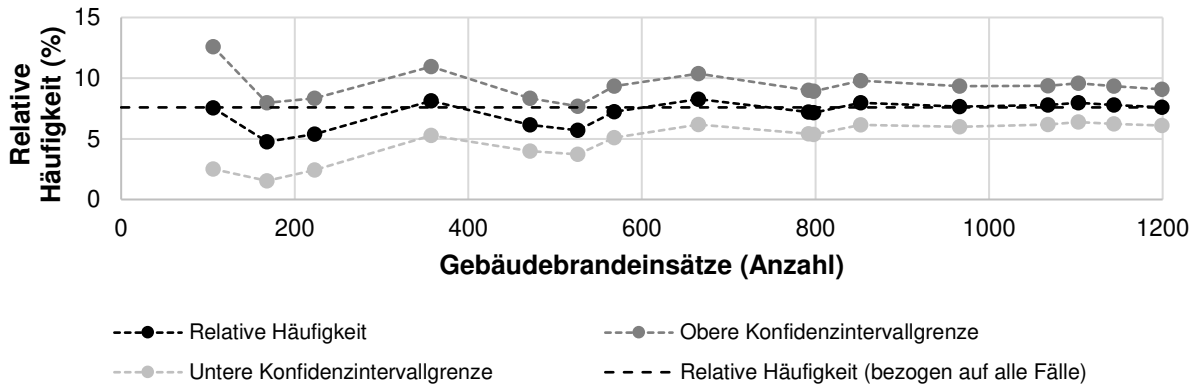


Bild 36: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen" in Abhängigkeit von der Fallzahl

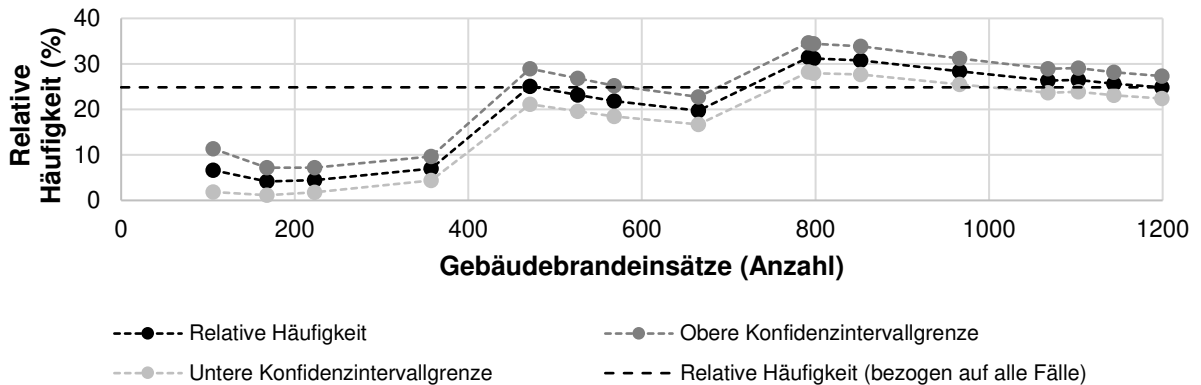


Bild 37: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" in Abhängigkeit von der Fallzahl

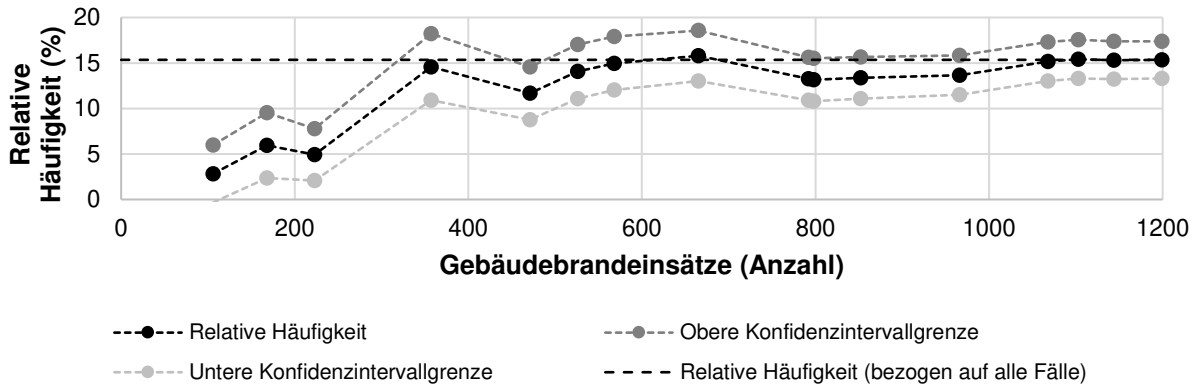


Bild 38: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" in Abhängigkeit von der Fallzahl

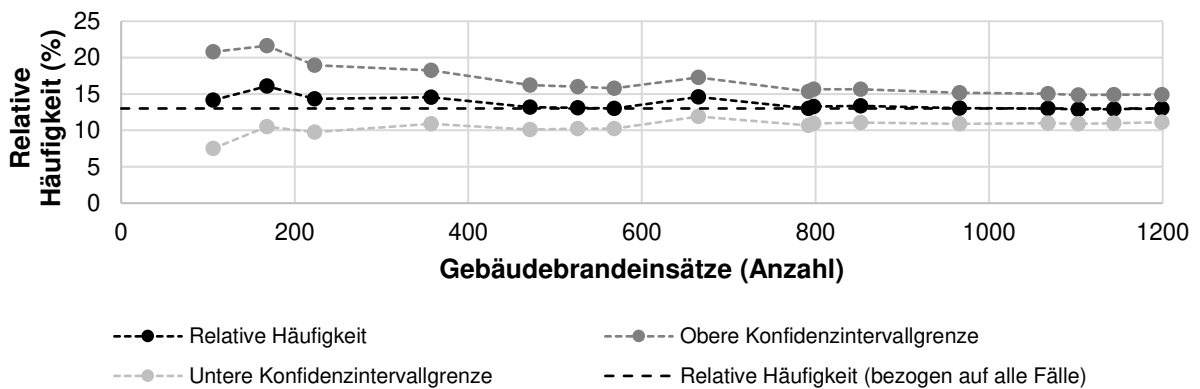


Bild 39: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "technischer Defekt" in Abhängigkeit von der Fallzahl

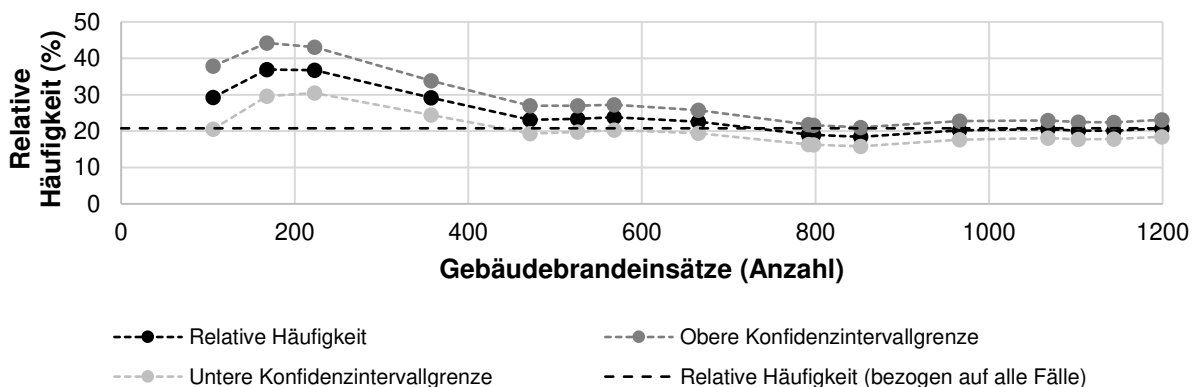


Bild 40: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei unbekannter Brandursache in Abhängigkeit von der Fallzahl

Nach dem Bernoulli'schen Gesetz (siehe Tabelle 3) beträgt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die relative Häufigkeit bei einem Stichprobenumfang von 800 (Fallzahl mit vermutetem Stabilitätseffekt) nicht mehr als um 5 % von der wahren relativen Häufigkeit abweicht, 85,0 %. Bei einem Stichprobenumfang von 1.199 beträgt die Wahrscheinlichkeit 91,7 %.

Tabelle 3: Wahrscheinlichkeiten für die maximale Abweichung der relativen Häufigkeit um 5 % in Abhängigkeit von der Stichprobengröße

<b>Fallzahl-Stufe</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Betrachtete Fallzahl	106	168	223	357	471	526	568	665
Wahrscheinlichkeit für $P( h - p  \leq 0,05)$ in Prozent	5,7	40,5	55,2	72,0	78,8	81,0	82,4	85,0
<b>Fallzahl-Stufe</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
Betrachtete Fallzahl	792	798	852	966	1068	1103	1144	1199
Wahrscheinlichkeit für $P( h - p  \leq 0,05)$ in Prozent	87,4	87,5	88,3	89,6	90,6	90,9	91,3	91,7

## 6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die im ersten Schritt analysierten Einzelmerkmale zeigen, dass in 57 % der Fälle Gebäudebrände durch menschliches Verhalten verursacht worden sind. Daher kommt diesem bei Risikobetrachtungen eine besondere Bedeutung zu. Bei der Betrachtung von Brandschutzmaßnahmen zeigt sich, dass vor allem der Löschwasserbedarf für Risikobetrachtungen relevant ist.

Des Weiteren zeigt sich, dass bei der Brandentstehung besonders Herde und Öfen sowie Müllbehälter betroffen waren. Brände traten schwerpunktmäßig zwischen dem Erdgeschoss und dem zweiten Obergeschoss auf und kamen besonders häufig in der Küche und auf dem Transport-/Verkehrsweg vor. Die Gebäudenutzung „Wohnen“ dominierte das Brandgeschehen. Unabhängig von der vermuteten Ursache der Brandentstehung zeigt sich, dass sich Brände in circa drei Viertel der Fälle auf einen Gegenstand beschränkten, die Rauchausbreitung oft nicht nennenswert war und der geschätzte Sachschaden in fast zwei Drittel der Fälle weniger als 1.000 Euro betrug. In 84 % der Fälle war kein beziehungsweise weniger als 500 Liter Löschwasser zur Brandbekämpfung erforderlich.

Anhand der Analyse der Einzelmerkmale und der mit den Brandursachen verknüpften Analyse lassen sich Risikoschwerpunkte herausstellen. Aufgrund der Häufigkeit bilden einerseits Küchenbrände, die maßgeblich mit einem fehlerhaften Umgang mit elektrischen Anlagen oder aus sonstigen Gründen in Verbindung standen, einen Risikoschwerpunkt, andererseits sind Müllbehälterbrände in Verkehrsanlagen, verursacht durch einen fehlerhaften Umgang mit offenem Feuer, mit einem erhöhten Risiko verbunden. Da sich die Müllbehälterbrände vor allem im Bereich einer einzelnen Werkfeuerwehr ereigneten, können aus diesen Brandgeschehen keine allgemeingültigen Erkenntnisse abgeleitet werden. Der verzeichnete Sachschaden und der Bewältigungsaufwand waren bei den durch fehlerhaftes Verhalten verursachten Bränden eher gering. Im Zusammenhang mit den Küchenbränden konnten häufiger nennenswerte Rauchausbreitungen beobachtet werden.

Aufgrund des außergewöhnlich hohen Schadensausmaßes bilden Brände mit unbekannter Ursache den dritten Risikoschwerpunkt. Bei derartigen Bränden konnte besonders oft eine ausgedehnte Brand- und Rauchausbreitung beobachtet werden, die

geschätzten Sachschäden beliefen sich in mehr als zwei Drittel der Fälle auf einen Wert von über 1.000 Euro und der erforderliche Löschwasserbedarf war auffallend hoch. Aus den vorhandenen Merkmalen lässt sich keine Eingrenzung dieser Ereignisse ableiten.

Durch eine Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den mit den Brandursachen verknüpften Abfragen lassen sich weitergehende Charakterisierungen der Entstehungsbedingungen ableiten. Bild 41 zeigt als übersichtliche Darstellung die wesentlichen Eigenschaften der Ursachen von Gebäudebränden.

Die Auswertung der übergeordneten Aspekte in Bezug auf die Brandursachen half nicht die Fragestellungen zu beantworten, war jedoch für das Verständnis der Stichproben-Struktur innerhalb der vfdb-Brandschadenstatistik hilfreich. Es zeigt sich, dass die Statistik der vfdb vor allem Brände erfasst, die im städtischen, dicht besiedelten Raum vorkamen. Die Angaben stammten besonders häufig von Berufsfeuerwehren. Statistisch signifikante zeitliche Abhängigkeiten konnten nicht nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der vfdb-Brandschadenstatistik lassen sich kaum mit Ergebnissen anderer Statistiken abgleichen. Eine Bewertung zeigt, dass die Ergebnisse der vfdb Statistik nur eingeschränkt repräsentativ sind. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die Ergebnisse belastbar sind. Bei rund 800 Gebäudebränden stellt sich eine stabile Merkmalsverteilung ein. Das Bernoulli'sche Gesetz zeigt, dass starke Abweichungen der erfassten Verteilungen vom wahren Wert der Verteilung hinreichend unwahrscheinlich sind.



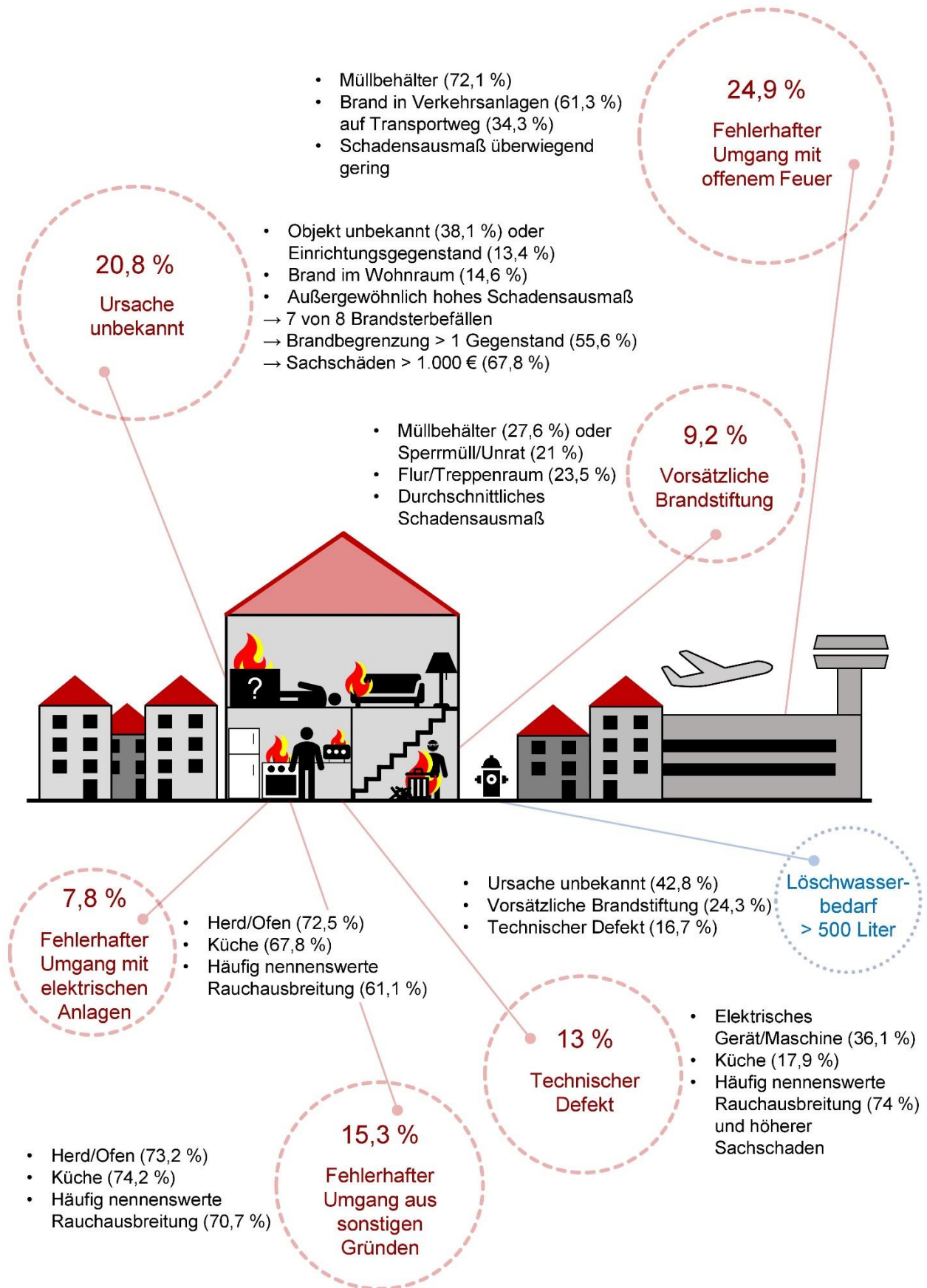


Bild 41: Darstellung der wesentlichen Charakteristika der Brandursachen

## 7 Diskussion

Aus der Analyse der Brandschadenstatistik der vfdb konnten wichtige Erkenntnisse über das Brandgeschehen abgeleitet werden, die sowohl für die Prävention als auch für die Evaluierung von abwehrenden Maßnahmen große Relevanz besitzen.

Es hat sich herausgestellt, dass menschliches Handeln für eine Vielzahl von Bränden verantwortlich ist. Als Risikoschwerpunkte konnten Brände in Küchen sowie Müllbehälterbrände auf Verkehrswegen herausgearbeitet werden. Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Bränden mit unbekannter Brandursache und außergewöhnlich hoher Schadenssumme. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse müssen Maßnahmen für die Praxis abgeleitet werden, die nachfolgend diskutiert werden sollen.

### 7.1 Faktor Mensch

Da sich in der vfdb-Brandschadenstatistik zeigte, dass menschliches Verhalten für 57 % der Brände direkt verantwortlich ist, ist es zwingend erforderlich, sich der Risikoursache „Mensch“ anzunehmen. Die Erkenntnis, dass der Mensch eine solch beherrschende Rolle bei den Ursachen von Gebäudebränden einnimmt, scheint, wie es Publikationen aus dem 20. Jahrhundert belegen, nicht neu zu sein (Helmer, 1962; Tramm, 1933).

Bereits Helmer (1962) sah in aus dieser Erkenntnis abgeleiteten Maßnahmen einen erfolgversprechenden Weg, um Brandverluste zu senken, da er davon ausging, dass es sich bei der erforderlichen Art der Brandverhütungsarbeit am ehesten um Erziehungsarbeit handeln müsse. Er ging davon aus, dass verhaltensändernde Maßnahmen zu einer signifikanten Reduzierung der fahrlässig verursachten Brände führen würde. Der Mensch tritt damit als Ursache und Lösung des Problems in den Vordergrund. Obwohl Helmer damals bereits konkrete Lösungsansätze lieferte, bleibt offen, warum sich der Anteil dieser Ursache rund 60 Jahre später nicht verändert hat.

Die Lösung des Problems dürfte vielschichtig sein. Tramm (1933) stellte anhand der Betrachtung von Brandschadensereignissen über einen größeren Zeitraum heraus, dass vor allem wirtschaftliche Beweggründe der Menschen Einfluss auf das Risiko nehmen. Nach Tramm (1933) reduzierten sich die Brandschäden während des ersten Weltkriegs im Vergleich zur Vorkriegszeit um ein Drittel – und das, trotz gleichzeitig gesunkener

Feuersicherheit. Als nach dem Krieg die Inflation einsetzte, reduzierten sich nach Tramm die Brandschäden im Vergleich zur Vorkriegszeit um insgesamt zwei Drittel. Er führte dies auf ein gesteigertes Interesse am Erhalt von Sachwerten zurück.

Nach der Inflation, mit der Einführung der Rentenmark und der Stabilisierung des Geldwertes, konnten wieder Brandschäden in der Größenordnung der Vorkriegszeit beobachtet werden. Tramm (1933) begründet diese Entwicklung mit dem naheliegenden Argument, dass in wirtschaftlich schwierigen Zeiten die Motivation groß ist, Sachschäden zu vermeiden und seinen Besitz zu sichern.

Die geschilderten Sachverhalte sind nur ein Beispiel dafür, welchen Einfluss gesellschaftliche Wertvorstellungen auf Gefahrensituationen im Allgemeinen und auf das Brandgeschehen im Speziellen haben. Gesicherte Erkenntnisse zu den exakten Hintergründen dieser Entwicklungen gibt es aufgrund fehlender Studien bis dato nicht.

Es stellt sich die Frage, wie diesem durch den Menschen verursachten Risiko begegnet werden kann und welche Maßnahmen abgeleitet werden können. Maßnahmen, die das Ziel verfolgen, die Häufigkeit menschlich bedingter Brände zu reduzieren und eine adäquate Reaktion im Schadenfall zu garantieren, stellen beispielsweise die Brandschutzerziehung und -aufklärung dar. Nach Hochbruck und Hülsken (2016) sollen hierdurch Fähigkeiten zur Prävention und Reaktion bei Unfällen, Schadenfeuern und anderen Bedrohungslagen erworben werden.

Die Aufklärung über die Verhütung von Bränden, den sachgerechten Umgang mit Feuer, das Verhalten bei Bränden und die Möglichkeiten der Selbsthilfe ist in den meisten Bundesländern gesetzlicher Auftrag der Gemeinden (siehe z.B. § 3(5) BHKG). Häufig sind Feuerwehren, als kommunale Einrichtungen, mit diesen Aufgaben betraut (siehe z.B. § 6 HBKG).

Präventionsarbeit wird zusätzlich durch Wohnungsbau- und Versicherungsgesellschaften sowie Fachverbände durchgeführt (siehe z.B. Forum Brandrauchprävention e.V., o.D.). Erste Initiativen gehen beispielsweise auf die vfdb zurück, die im Jahr 1983 ein eigenes Referat für die Aufklärung und Erziehung etablierte, um die zum damaligen Zeitpunkt festgestellten Defizite in diesem Bereich abzubauen (Gemeinsamer Ausschuss Brandschutzerziehung und -aufklärung, o.D.).

Um die Bevölkerung auf den richtigen Umgang mit Gefahren und Risiken vorzubereiten, ist nach Festag (2015) eine Vermittlung von Grundkompetenzen notwendig, die sich über alle Entwicklungs- und Sozialisationsstufen zieht. Grundsätzlich wird diese Notwendigkeit im Rahmen der Brandschutzaufklärung und -erziehung berücksichtigt, die sie sich nach der Definition der vfdb und des DFV an Menschen jeder Altersstufe, jeder Herkunft und jeden Bildungsgrades richtet (Hochbruck & Hülksen, 2016).

Die Tatsache, dass Maßnahmen zur brandschutzpädagogischen Vermittlungsarbeit bereits vor knapp 50 Jahren initiiert wurden, zeigt die Bedeutung dieser Arbeit. Für die Effizienz dieser Art der Präventionsarbeit ist unter anderem entscheidend, dass sich die vermittelten Inhalte auf die in der Realität vorkommenden Brandgefährdungen beziehen.

Statistische Erkenntnisse zu Risikoschwerpunkten, wie sie zum Beispiel aus der vfdb-Brandschadenstatistik abgeleitet werden können, spielen hier eine entscheidende Rolle. Für die Prävention sind vor allem die Entstehungsbedingungen und die Ursachen von Bränden relevant, weil auf dieser Grundlage Strategien zur Verhütung entwickelt werden können. Statistische Erhebungen ermöglichen darüber hinaus auf die Zielgruppe abgestimmte Risiken besonders herauszustellen. Beispielsweise müssen einem Arbeitnehmer neben allgemeinen Gefahr- und Risikokompetenzen auch betriebsspezifische Besonderheiten vermittelt werden.

Es besteht zwar keine unmittelbare Verpflichtung seitens der Feuerwehr, Brandursachen zu ermitteln und Daten für statistische Erhebungen zu erfassen, jedoch sollte, wegen der Verpflichtung der Kommunen zur Aufklärungsarbeit, mittelbar eine solche Aufgabe abgeleitet werden. Eine erfolgreiche Aufklärungsarbeit lässt sich nur dann durchführen, wenn die aus den tatsächlich auftretenden Brandereignissen resultierenden Risikoschwerpunkte extrahiert und entsprechend abgestimmte Bewältigungsstrategien entwickelt wurden.

## **7.2 Risiken bei Gebäudebränden**

Aus der Untersuchung der Ereignismerkmale lassen sich im Wesentlichen zwei Risikoschwerpunkte ableiten. Brände treten häufig im Bereich der Küche auf und betreffen Herde beziehungsweise Öfen. Verursacht werden diese Brände vor allem durch

einen fehlerhaften Umgang mit elektrischen Anlagen oder aus nicht näher definierten Gründen.

Um diesem Risikoschwerpunkt zu begegnen, müssen zunächst die genauen Hintergründe für das fehlerhafte Verhalten eruiert werden. Denkbar wäre zum Beispiel eine Fehlbedienung des Geräts, die unter Umständen durch technische Lösungen verhindert werden könnte. In diesem Fall könnte eine Verschärfung von Produktnormen Abhilfe schaffen.

Denkbar wäre auch, dass eine fehlende Beaufsichtigung bei der Benutzung von Herden und Öfen ursächlich für diese Brände ist. Da Küchenbrände häufiger mit einer nennenswerten Rauchausbreitung einhergehen, kann gefolgert werden, dass diese Brände oft spät erkannt werden. Maßnahmen der Brandfrüherkennung, die in der Lage sind, Störgrößen der bestimmungsgemäßen Nutzung herauszufiltern, könnten helfen, Entstehungsbrände frühzeitig zu erkennen, um zügig entsprechende Bewältigungsmaßnahmen einleiten zu können. Da maßgeblich menschliches Verhalten zu Küchenbränden führt, ist es erforderlich, Erkenntnisse zu diesem Risikoschwerpunkt in die Aufklärungsarbeit einfließen zu lassen.

Den zweiten Risikoschwerpunkt stellen Müllbehälterbrände dar, die am häufigsten durch einen fehlerhaften Umgang mit offenem Feuer verursacht werden. Da diese Art der Brandereignisse vor allem im Einsatzbereich einer einzelnen Werkfeuerwehr beobachtet werden konnten, lassen sich daraus keine allgemeinen Erkenntnisse ableiten. Erforderlichkeiten zur Vermeidung dieses Risikoschwerpunkts setzen weitere Untersuchungen zu den genauen Entstehungsbedingungen voraus.

Der hohe Anteil an unbekanntem Brandursachen ist als kritisch anzusehen, da sich gezeigt hat, dass solche Brandereignisse das höchste Schadensausmaß und damit auch das größte Risiko aufweisen. Die umfangreichen Maßnahmen zur Bewältigung und die hohen Sach- und Personenschäden könnten wichtige Erkenntnisse für die Prävention liefern, auf die in der Praxis nicht verzichtet werden sollte. Voraussetzung dafür ist, dass die Brandursachen zukünftig ermittelt werden können.

Einer der Gründe, weshalb die Ermittlung von Brandursachen nicht leichtfallen dürfte, vermag das hohe Schadensausmaß selbst sein. Es kann davon ausgegangen werden,

dass die Spuren der Entstehungsbedingungen eines Brandes bei umfangreichen Schäden schwer zu identifizieren sind.

Es ist zwingend notwendig, die Ermittlungsquote zu verbessern. Diskutiert werden kann auch, ob die Berücksichtigung weiterer Kriterien, wie der vermutete Brandbeginn, relevante Erkenntnisse für die Brandursachenermittlung liefert. Denkbar wäre, dass Brände, die lange unentdeckt bleiben, mit einem hohen Schadensausmaß einhergehen und infolgedessen eine Ermittlung der Brandursache unmöglich machen. Auch wäre zu klären, ob Feuerwehreinsatzkräfte weitergehende Schulungen erhalten sollten, um Brandursachen besser detektieren zu können. Die Ermittlung von Brandursachen ist bis dato keine originäre Aufgabe der Feuerwehr.

### **7.3 Aussagefähigkeit der Analyse**

Die Analyse der übergeordneten Aspekte konnte wichtige strukturelle Probleme der Stichprobenzusammensetzung der vfdb Statistik herausstellen. Bei der Brandschadenstatistik handelt es sich um eine nicht-probabilistische Stichprobe. Damit die Repräsentativität einer solchen Stichprobe trotzdem möglichst hoch ist, müssen sich die sachrelevanten Eigenschaften der Grundgesamtheit mit der Stichprobe decken. Hierzu zählen beispielsweise die geographische Struktur und organisatorische Bedingungen.

Geographische Aspekte, wie die Raumtypologie, sind deshalb relevant, weil zwischen Gemeinden unterschiedlicher Raumstruktur Divergenzen bezüglich der Infrastruktur, der Bebauung oder der Nutzung bestehen können, was Auswirkungen auf die Gestalt von Gebäudebränden haben kann.

Organisationsspezifische Kriterien, wie die Art der Feuerwehr, spielen deshalb eine wichtige Rolle, weil Unterschiede in der Material- und Personalvorhaltung, der Hilfsfristerreichung oder dem Ausbildungsstand Einfluss auf die Bewältigungsmaßnahmen nehmen können.

Bei Fortführung der Brandschadenstatistik empfiehlt sich eine strengere Auswahl der Stichprobenteilnehmer entsprechend der zuvor genannten Kriterien, um die Stichprobe schrittweise an die Grundgesamtheit anzupassen und die statistische Erhebung der vfdb repräsentativer zu machen.

Da andere Einzelstatistiken für einen Abgleich der Ergebnisse nicht herangezogen werden konnten, sollte geklärt werden, ob die Erhebungskriterien der verschiedenen Statistiken angeglichen werden können.

Des Weiteren muss öffentlich gemacht werden, wie sich die Stichproben der anderen Einzelstatistiken zusammensetzen. Dahingehende Details sind erforderlich, um die Ergebnisse der unterschiedlichen statistischen Quellen interpretieren zu können. Werden beispielsweise zum Vergleich der Verteilung der Brandursachen die Daten der Ursachenstatistik des IFS herangezogen, bleibt offen, ob sich die Teilnehmerkreise der IFS- und vfdb-Brandschadenstatistik ähneln und die Daten überhaupt verglichen werden können.

## 8 Fazit und Ausblick

Die zu den Ursachen von Gebäudebränden durchgeführten Analysen haben das Potenzial aufgezeigt, dass empirische Untersuchungen und statistische Erhebungen für den Bereich der Sicherheitswissenschaft besitzen. Auf Grundlage der vfdb-Brandschadenstatistik konnten verschiedene Risikoschwerpunkte identifiziert und erste Maßnahmen abgeleitet werden. Menschliches Verhalten konnte als Brandursache Nummer eins identifiziert werden. Die Berücksichtigung derartiger Aspekte in brandschutzpädagogischen Konzepten ist dringend geboten. Diese können jedoch erst ausgearbeitet werden, wenn die Ergebnisse weitergehender Untersuchungen zu den genauen Umständen der Brandentstehung vorliegen.

Da der Nutzen von statistischen Erhebungen für die Prävention und Bewältigung von Brandereignissen hoch ist, eine Vollstatistik beziehungsweise eine repräsentative Einzelstatistik zu Brandereignissen bis dato jedoch fehlt und in absehbarer Zukunft nicht etabliert werden wird, muss neben der Weiterentwicklung der vfdb-Brandschadenstatistik über zusätzliche Möglichkeiten des empirischen Erkenntnisgewinns nachgedacht werden.

Die Vielzahl an Einzelstatistiken im Bereich des Brandschutzes liefern für sich genommen wichtige Erkenntnisse zu verschiedenen Fragestellungen. Eine Verknüpfung der einzelnen Statistiken könnte tiefere Erkenntnisse liefern, beispielsweise wenn Angaben von Feuerwehren mit Ursachenermittlungen anderer Stellen oder mit validen Schadensschätzungen der Sachversicherer verknüpft werden könnten.

Der hierfür notwendige Aufwand, zum Beispiel die Etablierung einer einheitlichen Kodierung von Brandereignissen, die Entwicklung einheitlicher Erhebungskriterien und die zentrale Zusammenführung von Daten der verschiedenen Stellen, machen eine Umsetzung derzeit unwahrscheinlich – zumal keine rechtliche Verpflichtung zu derartigen Bemühungen besteht und keine zentrale Anlaufstelle für solche Vorhaben existiert. Die Notwendigkeit der Etablierung einer empirischen Sicherheitsforschung ist unverändert hoch. Um das Sicherheitsniveau im Bereich des Brandschutzes auch in Zukunft hochzuhalten, muss die Rolle des evidenzbasierten Brandschutzes gestärkt werden.



## Literaturverzeichnis

Ausschuss für Gefahrstoffe. (2010). *Brandschutzmaßnahmen* (TRGS 800).

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

[https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-800.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

[Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-800.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-800.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

Ausschuss für Gefahrstoffe. (2019). *Gefährliche explosionsfähige Gemische -*

*Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische* (TRGS 723).

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

[https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-723.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

[Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-723.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-723.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

Barth, U. (2015). Einführung in das Programm und Vorstellung der Schutzkommission.

In S. Festag & U. Barth (Hrsg.), *Schriften der Schutzkommission: Risikokompetenz - Beurteilung von Risiken* (Bd. 7, S. 38–50). Bundesamt für Bevölkerungsschutz und

Katastrophenhilfe. [https://gfs-aktuell.de/wp-content/uploads/2016/02/SdS\\_Band7.pdf](https://gfs-aktuell.de/wp-content/uploads/2016/02/SdS_Band7.pdf)

Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7.

Aufl.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>

Büchter, A. & Henn, H. W. (2007). *Elementare Stochastik: Eine Einführung in die*

*Mathematik der Daten und des Zufalls* (2. Aufl.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

<https://doi.org/10.1007/978-3-540-45382-6>

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. (2014). *Todesursachen in der*

*Todesbescheinigung: Eine kurze Anleitung*. Statistisches Bundesamt, Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte.

<https://www.dimdi.de/static/.downloads/deutsch/totenscheinanleitung.pdf>

Bundeskriminalamt. (2018a). *Polizeiliche Kriminalstatistik: Bundesrepublik Deutschland*

*- Jahrbuch 2017 - Band 1 - Fälle, Aufklärung, Schaden* (PKS Jahrbuch Nr. 65).

Bundeskriminalamt.

[https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalsta-](https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch1Faelle.pdf?__blob=publicationFile&v=7)  
[tistik/2017/pks2017Jahrbuch1Faelle.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch1Faelle.pdf?__blob=publicationFile&v=7)

- Bundeskriminalamt. (2018b). *Polizeiliche Kriminalstatistik: Bundesrepublik Deutschland - Jahrbuch 2017 - Band 2 - Opfer* (PKS Jahrbuch Nr. 65). Bundeskriminalamt.  
[https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch2Opfer.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch2Opfer.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- Bundeskriminalamt. (2018c). *Polizeiliche Kriminalstatistik: Bundesrepublik Deutschland - Jahrbuch 2017 - Band 3 - Tatverdächtige* (PKS Jahrbuch Nr. 65). Bundeskriminalamt.  
[https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch3TV.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch3TV.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- Bundeskriminalamt. (2019). *Polizeiliche Kriminalstatistik: Bundesrepublik Deutschland - Jahrbuch 2017 - Band 4 - Einzelne Straftaten/-gruppen und ausgewählte Formen der Kriminalität* (PKS Jahrbuch Nr. 65). Bundeskriminalamt.  
[https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch4Einzelne.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017Jahrbuch4Einzelne.pdf?__blob=publicationFile&v=8)
- Bundeskriminalamt. (2020). *Polizeiliche Kriminalstatistik: Bundesrepublik Deutschland - Geschichtliche Entwicklung*. Bundeskriminalamt.  
[https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2019/FachlicheBroschueren/Geschichtliche-Entwicklung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2019/FachlicheBroschueren/Geschichtliche-Entwicklung.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2020a). *Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR)*. Abgerufen am 14.06.2021 unter  
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/regionalstatistische-raumtypologie.html>
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2020b). *Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR) [Datensatz]*. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Abgerufen am 26.07.2021 unter  
[https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/regiostar-referenzdateien.xlsx?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/regiostar-referenzdateien.xlsx?__blob=publicationFile)

- Bussenius, S. (1996). *Wissenschaftliche Grundlagen des Brand- und Explosionsschutzes (Bd. 1)*. Kohlhammer Verlag.
- Cicha, J. (2019). *Die Ermittlung von Brandursachen* (3. Aufl.). Richard Boorberg Verlag.
- Cleff, T. (2019). *Angewandte Induktive Statistik und Statistische Testverfahren: Eine computergestützte Einführung mit Excel SPSS und Stata*. Gabler Verlag.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-8349-6973-6>
- Compes, P. C. (1981). *Unfall-Vorkommen und Unfall-Verhütung beim Gebrauch von Heimспортgeräten* (Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 2951). Springer Fachmedien Wiesbaden Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-19795-9>
- Compes, P. C. (1991, 17.-18. Juni). Forschung und Lehre der Sicherheitswissenschaft. In P. C. Compes, *Sicherheitswissenschaft in Theorie und Praxis im wiedervereinigten Deutschland: Konzepte - Realitäten - Defizite* [Symposium]. XII. Internationales Sommer-Symposium der Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft, Dresden.
- Deutscher Feuerwehrverband. (o.D.). *Erfassung statistischer Daten*. Abgerufen am 04.07.2021 unter <https://www.feuerwehrverband.de/presse/statistik/>
- Deutscher Feuerwehrverband. (2017). *Feuerwehr-Jahrbuch 2017*. Versandhaus des Deutschen Feuerwehrverbandes GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2018). *Feuerwehrwesen - Begriffe* (Norm DIN 14011:2018-01). Beuth Verlag.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2019). *Angaben zur statistischen Erfassung von Bränden* (Norm DIN14010:2019-04). Beuth Verlag.
- Döbbeling, E. P. (2000). Welche Feuerwehrstatistik braucht Deutschland? Erkenntnisse - Entwicklungen - Prognosen zur ganzheitlichen Statistik. *vfd - Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz*, 49(1), 122–123.

- Döbbling, E. P., Festag, S. & Witzigmann, M. (2012). Brandschadenstatistik zur Wirksamkeit anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen: Pilotstudie des Referates 14 der vfdb. *vfdb - Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz*, 61(3), 123–127.
- Eckstein, P. P. (2014). *Repetitorium Statistik: Deskriptive Statistik - Stochastik - Induktive Statistik*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-05748-0>
- Fahrmeir, L., Heumann, C., Künstler, R. & Pigeot, I. (2016). *Statistik: Der Weg zur Datenanalyse* (8. Aufl.). Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50372-0>
- Festag, S. (2015). Die Bedeutung der Risikokompetenz für die Beurteilung von Sicherheitssituationen. In S. Festag & U. Barth (Hrsg.), *Schriften der Schutzkommission: Risikokompetenz - Beurteilung von Risiken* (Bd. 7, S. 51–71). Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. [https://gfs-aktuell.de/wp-content/uploads/2016/02/SdS\\_Band7.pdf](https://gfs-aktuell.de/wp-content/uploads/2016/02/SdS_Band7.pdf)
- Festag, S. (Hrsg.) (2016). *Ergebnisse aus dem Projekt "Brandschadenstatistik": Der Wert des Projektes aus wissenschaftlicher Sicht*. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.
- Festag, S. & Döbbling, E. P. (2020). *vfdb-Brandschadenstatistik: Untersuchung der Wirksamkeit von (anlagentechnischen) Brandschutzmaßnahmen* (Technischer Bericht vfdb TB 14-01). Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.  
[http://www.ref14.vfdb.de/fileadmin/download/ref14/Bericht\\_Brandschadenstatistik/14-01\\_Technischer\\_Bericht\\_vfdb-Brandschadenstatistik\\_02\\_2020\\_Final.pdf](http://www.ref14.vfdb.de/fileadmin/download/ref14/Bericht_Brandschadenstatistik/14-01_Technischer_Bericht_vfdb-Brandschadenstatistik_02_2020_Final.pdf)
- Festag, S., Ruhs, A. & Döbbling, E. P. (2014). Projekt "Brandschadenstatistik" der vfdb läuft: Die Mitwirkung der Feuerwehren ist gefragt. *Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung*, 68(6), 434–436.

Forum Brandrauchprävention e.V. (o.D.). *Vorbeugender Brandschutz von 2000 bis heute: Das Forum Brandrauchprävention e.V. betreibt die Initiative "Rauchmelder retten Leben"*. Abgerufen am 03.08.2021 unter <https://www.rauchmelder-lebensretter.de/rauchmelder-retten-leben/>

Gemeinsamer Ausschuss Brandschutzerziehung und -aufklärung. (o.D.). *Schwerpunkte der historischen Entwicklung der Referatsarbeit*. Abgerufen am 14.08.2021 unter <https://www.brandschutzaufklaerung.de/ueber-uns/historie/?L=0%27>

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (o.D.a). *Schaden- und Unfallversicherung - Hausrat*. Abgerufen am 21.07.2021 unter <https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten/versicherungsbereiche/wohngebaeude-24080#1>

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (o.D.b). *Schaden- und Unfallversicherung - Wohngebäude*. Abgerufen am 21.07.2021 unter <https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten/versicherungsbereiche/wohngebaeude-24080#1>

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (o.D.c). *Zahlen & Fakten*. Abgerufen am 21.07.2021 unter <https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten>

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (2017). *Allgemeine Hausrat Versicherungsbedingungen (VHB 2016 - Quadratmetermodell): Musterbedingungen des GDV*. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.  
<https://www.gdv.de/resource/blob/6114/2d6b8855f1102c0006655438aa0f3a5d/01-allgemeine-hausrat-versicherungsbedingungen--vhb-2016---quadratmetermodell--data.pdf>

- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (2018). *Allgemeine Wohngebäude Versicherungsbedingungen (VGB 2016 - Wert 1914 §Gleitender Neuwert Plus*): Musterbedingungen des GDV. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.  
<https://www.gdv.de/resource/blob/37086/9153d1d20e59daedd25396ad5e47a3de/allgemeine-wohngebäude-versicherungsbedingungen--vgb-2016---wert-1914--gleitender-neuwert-plus---data.pdf>
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (2019). *Mehr Schäden durch Brände im Norden als im Süden*. Abgerufen am 08.05.2021 unter <https://www.gdv.de/de/medien/aktuell/mehr-schaeden-durch-braende-im-norden-als-im-sueden-48556>
- Glor, R.-L. (1970). Entwicklung eines bundeseinheitlichen Brandbereichsformulars und dessen statistische Auswertung. *vfdb - Zeitschrift für Forschung und Technik im Brandschutz*, 19(3), 126–129.
- Helmer, G. (1962, 9.-14. April). Brandverhütung und Brandbekämpfung in ihren Beziehungen zur Brandermittlung. In Bundeskriminalamt, *Brandermittlung und Brandverhütung* [Tagung]. Arbeitstagung im Bundeskriminalamt, Wiesbaden.
- Hochbruck, W. & Hülken, H. (2016). *Definition: Brandschutzerziehung und -aufklärung*. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes, Deutscher Feuerwehrverband  
<https://www.feuerwehrverband.de/app/uploads/2020/06/Definition-BEBA.pdf>
- Hosser, D. & Hagen, H. (o.D.). *Jahresbericht 2008 der Referate des Technisch-Wissenschaftlichen Beirates der vfdb: Referat 4 - Ingenieurmethoden des Brandschutzes*. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.  
[http://www.ibmb.tu-braunschweig.de/index.php/349.html?file=tl\\_files/ibmb/brandschutz/veranstaltungen/vfdb/vfdb4\\_j2008.pdf](http://www.ibmb.tu-braunschweig.de/index.php/349.html?file=tl_files/ibmb/brandschutz/veranstaltungen/vfdb/vfdb4_j2008.pdf)

- Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V. (o.D.a). *Ursachenstatistiken*. Abgerufen am 09.08.2021 unter <https://www.ifs-ev.org/schadenverhuetzung/ursachenstatistiken/>
- Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V. (o.D.b). *Wir über uns*. Abgerufen am 09.08.2021 unter <https://www.ifs-ev.org/das-institut/wir-ueber-uns/>
- Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V. (2020). *Ursachenstatistik - Brandschäden 2020*. Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V. [https://www.ifs-ev.org/wp-content/uploads/2021/04/brandursachenstatistik\\_2020\\_seite.pdf](https://www.ifs-ev.org/wp-content/uploads/2021/04/brandursachenstatistik_2020_seite.pdf)
- Leonhart, R., Hoelzenbein, A. C., Lichtenberg, S. & Schornstein, K. (2017). *Lehrbuch Statistik: Einstieg und Vertiefung* (4. Aufl.). Hogrefe Verlag.
- National Fire Protection Association. (2020). *Guide for fire and explosion investigations (NFPA 921)*. National Fire Protection Association.
- Papula, L. (2016). *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Vektoranalysis, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Statistik, Fehler- und Ausgleichsrechnung* (Bd. 3, 7. Aufl.). Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-11924-9>
- Radandt, S. (2014). Sicherheitswissenschaft als Instrument zum Umgang mit Risiken in der Industrie. In S. Festag (Hrsg.), *Sicherheit. Umgang mit Risiken: Qualifizierung und Quantifizierung* (1. Aufl.). Beuth Verlag.
- Ridder, A. (2015). Methodische Herausforderungen bei der Risikobeurteilung und deren Konsequenzen am Beispiel der Feuerwehrbedarfsplanung. In S. Festag & U. Barth (Hrsg.), *Schriften der Schutzkommission: Risikokompetenz - Beurteilung von Risiken* (Bd. 7, S. 253–278). Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. [https://gfs-aktuell.de/wp-content/uploads/2016/02/SdS\\_Band7.pdf](https://gfs-aktuell.de/wp-content/uploads/2016/02/SdS_Band7.pdf)

- Schatz, H. (2001). *Projektierung von statistischen Erhebungen mit örtlich und zeitlich differenzierter Aussage über die Tätigkeiten der Feuerwehren, Leitstellen und Brandschutzdienststellen* (Brandschutzforschung der Bundesländer, Forschungsbericht Nr. 125). Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe. [https://www.ffb.kit.edu/download/IMK\\_Ber.\\_Nr.\\_125.pdf](https://www.ffb.kit.edu/download/IMK_Ber._Nr._125.pdf)
- Schneider, D. (1998). *Brandursachenermittlung*. Kohlhammer Verlag.
- Schneider, U., Kersken-Bradley, M., Kolb, T., Lebeda, C., Max, U. & Mehl, F. (2011). *Ingenieurmethoden im baulichen Brandschutz: Grundlagen Normung Brandsimulationen Materialdaten und Brandsicherheit* (6. Aufl.). Expert-Verlag.
- Statistisches Bundesamt. (o.D.). *Grundlagen der Todesursachenstatistik*. Statistisches Bundesamt. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Tabellen/todesursachen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Tabellen/todesursachen.pdf?__blob=publicationFile)
- Statistisches Bundesamt. (2019). *Ergebnisse der Todesursachenstatistik für Deutschland - Ausführliche vierstellige ICD10-Klassifikation - 2017* [Datensatz]. Statistisches Bundesamt. Abgerufen am 21.06.2021 unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Publikationen/Downloads-Todesursachen/todesursachenstatistik-5232101177015.xlsx?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Publikationen/Downloads-Todesursachen/todesursachenstatistik-5232101177015.xlsx?__blob=publicationFile)
- Statistisches Bundesamt. (2020). *Qualitätsbericht Todesursachenstatistik - Todesursachen in Deutschland*. Statistisches Bundesamt. [https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Gesundheit/todesursachen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Gesundheit/todesursachen.pdf?__blob=publicationFile)
- Statistisches Bundesamt. (2021a). *Gestorbene: Deutschland, Jahre, Todesursachen*. Statistisches Bundesamt. Abgerufen am 08.05.2021 unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=23211-0001&bypass=true&levelindex=0&levelid=1620487909277#abreadcrumb>



- Statistisches Bundesamt. (2021b). *GV-ISys - Verzeichnis der Regional- und Gebietseinheiten*. Statistisches Bundesamt.  
[https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/beschreibung-gebietseinheiten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/beschreibung-gebietseinheiten.pdf?__blob=publicationFile)
- Statistisches Bundesamt. (2021c). *Alle politisch selbstständigen Gemeinden mit ausgewählten Merkmalen am 30.06.2021* [Datensatz]. Statistisches Bundesamt. Abgerufen am 18.06.2021 unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Archiv/GVAuszugQ/AuszugGV2QAktuell.xlsx?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Archiv/GVAuszugQ/AuszugGV2QAktuell.xlsx?__blob=publicationFile)
- Steinbach, K., Puchner, U., Redmer, T., Bebber, P. van, Krönke, K. & Fiedler, H. (2013). *Methodischer Leitfaden zur Brandursachenermittlung* (2. Aufl.). VdS Schadenverhütung GmbH.
- Tramm, K. A. (1933). *Brandstiftungen und Brandursachen: Die Technik ihrer Ermittlung*. Landesbrandkasse.
- VdS Schadenverhütung GmbH. (2000). *Schadenschlüssel zur Schadenerfassung und Auswertung im Sachbereich*. VdS Schadenverhütung GmbH.  
<https://shop.vds.de/download/vds-1660/db898de1-a8b4-414a-85c4-a9b3428354ec>
- Wagner, P. (2002). Bundeseinheitliche Brand- und Feuerwehrstatistik. *Schadenprisma*, (4), 26–29.

## **Bilderverzeichnis**

Bild 1: Zusammenfassende Darstellung der Herangehensweise .....	4
Bild 2: Darstellung des Unfall-Ursachen-Kausalnexus, angelehnt an Compes (1981) sowie Barth (2015) .....	18
Bild 3: Häufigkeit von Falschalarmen und tatsächlichen Brandereignissen im Vergleich der Art der Feuerwehr .....	31
Bild 4: Relative Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung .....	32
Bild 5: Verteilung der vermuteten Brandursachen, zusammengefasst nach dem maßgeblich auslösenden Faktor.....	33
Bild 6: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der vermuteten Objekte der Brandentstehung.....	34
Bild 7: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der wesentlichen Gebäudenutzungen bei Einsätzen mit einem tatsächlichem Brandereignis .....	35
Bild 8: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der Geschosse der Brandentstehung .....	36
Bild 9: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der vermutlichen Orte der Brandentstehung.....	37
Bild 10: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der Angaben zur Brandbegrenzung.....	38
Bild 11: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeiten der Angaben zur Rauchausbreitung beim Eintreffen der Einsatzkräfte .....	39
Bild 12: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit des geschätzten Sachschadens.....	40

Bild 13: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der vor dem Eintreffen der Feuerwehr gelöschten Brände .....41

Bild 14: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der erforderlichen Löschwassermenge .....42

Bild 15: Häufigkeitsverteilung und prozentualer Anteil der kumulierten Häufigkeit der verschiedenen Meldewege bei einem realen Brandereignis .....43

Bild 16: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" .....44

Bild 17: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" .....45

Bild 18: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" .....46

Bild 19: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen" .....47

Bild 20: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen" .....48

Bild 21: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen" .....49

Bild 22: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" .....50

Bild 23: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" .....51

Bild 24: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" .....52

Bild 25: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Vorsätzliche Brandstiftung" .....53

Bild 26: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Vorsätzliche Brandstiftung" .....54

Bild 27: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Vorsätzliche Brandstiftung" .....55

Bild 28: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Technischer Defekt" .....56

Bild 29: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Technischer Defekt" .....57

Bild 30: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Technischer Defekt" .....58

Bild 31: Wesentliche Ereignismerkmale der Brandursache "Ursache unbekannt" .....59

Bild 32: Wesentliche Schadensmerkmale der Brandursache "Ursache unbekannt" .....60

Bild 33: Angaben zu den Brandschutzmaßnahmen bei der Brandursache "Ursache unbekannt" .....61

Bild 34: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung in Abhängigkeit von der Art der Feuerwehr .....62

Bild 35: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "vorsätzliche Brandstiftung" in Abhängigkeit von der Fallzahl .....66

Bild 36: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen" in Abhängigkeit von der Fallzahl .....67

Bild 37: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" in Abhängigkeit von der Fallzahl .....67

Bild 38: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" in Abhängigkeit von der Fallzahl .....68

Bild 39: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei der vermuteten Brandursache "technischer Defekt" in Abhängigkeit von der Fallzahl.....	68
Bild 40: Relative Häufigkeiten und Konfidenzintervalle bei unbekannter Brandursache in Abhängigkeit von der Fallzahl.....	68
Bild 41: Darstellung der wesentlichen Charakteristika der Brandursachen .....	72
Bild 42: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer) .....	XLIX
Bild 43: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen) .....	XLIX
Bild 44: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen) .....	L
Bild 45: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung).....	L
Bild 46: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: technischer Defekt) .....	LI
Bild 47: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: unbekannt) .....	LI
Bild 48: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit offenem Feuer .....	LVI
Bild 49: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit elektrischen Anlagen .....	LVI
Bild 50: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang aus sonstigen Gründen .....	LVII
Bild 51: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vorsätzlicher Brandstiftung ..	LVII
Bild 52: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei technischem Defekt.....	LVIII

Bild 53: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei unbekannter Brandursache LVIII

Bild 54: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit offenem Feuer ..... LX

Bild 55: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit elektrischen Anlagen ..... LX

Bild 56: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang aus sonstigen Gründen ..... LXI

Bild 57: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vorsätzlicher Brandstiftung ..... LXI

Bild 58: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei technischem Defekt ..... LXII

Bild 59: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei unbekannter Brandursache ..... LXII

Bild 60: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer) ..... LXVI

Bild 61: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen) ..... LXVII

Bild 62: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen) ..... LXVIII

Bild 63: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung) ..... LXIX

Bild 64: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung (Brandursache: technischer Defekt) ..... LXX

Bild 65: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung (Brandursache unbekannt) ..... LXXI

Bild 66: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer).....LXXIV

Bild 67: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen).....LXXIV

Bild 68: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen).....LXXV

Bild 69: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung) .....LXXV

Bild 70: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: technischer Defekt).....LXXVI

Bild 71: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: unbekannt).....LXXVI

Bild 72: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer).....LXXVIII

Bild 73: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen).....LXXIX

Bild 74: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen).....LXXIX

Bild 75: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung) .....LXXX

Bild 76: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: technischer Defekt).....LXXX

Bild 77: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: unbekannt).....LXXXI

Bild 78: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)..... LXXXV

Bild 79: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)..... LXXXV

Bild 80: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)..... LXXXVI

Bild 81: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung) ..... LXXXVI

Bild 82: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: technischer Defekt)..... LXXXVII

Bild 83: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: unbekannt) ..... LXXXVII

Bild 84: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)..... LXXXIX

Bild 85: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen).....XC

Bild 86: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen).....XC

Bild 87: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung) .....XC

Bild 88: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: technischer Defekt).....XCI

Bild 89: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: unbekannt).....XCI



Bild 90: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer).....	XCIII
Bild 91: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen).....	XCIII
Bild 92: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen).....	XCIII
Bild 93: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung) .....	XCIV
Bild 94: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: technischer Defekt).....	XCIV
Bild 95: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: unbekannt).....	XCIV
Bild 96: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit offenem Feuer .....	XCVI
Bild 97: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit elektrischen Anlagen .....	XCVII
Bild 98: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem fehlerhaftem Umgang aus sonstigen Gründen .....	XCVII
Bild 99: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermuteter vorsätzlicher Brandstiftung .....	XCVIII
Bild 100: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem technischem Defekt .....	XCVIII
Bild 101: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei unbekannter Brandursache .....	XCIX
Bild 102: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (WF) .....	CIII
Bild 103: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 1) .....	CIV
	XXV

Bild 104: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 2) ..... CIV

Bild 105: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 3) ..... CIV

Bild 106: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 4) ..... CV

Bild 107: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 5) ..... CV

Bild 108: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 6) ..... CV

Bild 109: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen", "fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" und "fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" in Abhängigkeit von der Tageszeit ..... CIX

Bild 110: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "technischer Defekt", "Ursache unbekannt" und "vorsätzliche Brandstiftung" in Abhängigkeit von der Tageszeit ..... CX

Bild 111: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen", "fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" und "fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" in Abhängigkeit vom Wochentag ..... CXII

Bild 112: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "technischer Defekt", "Ursache unbekannt" und "vorsätzliche Brandstiftung" in Abhängigkeit vom Wochentag ..... CXII

Bild 113: Häufigkeitsverteilung von Brandursachen nach dem IFS, Bezugsjahre 2002 bis 2020 (Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V., 2020)..... CXIX

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Relativer Anteil der Art der Feuerwehr in Deutschland (Deutscher Feuerwehrverband, o.D.) und in der vfdb-Brandschadenstatistik (Festag & Döbbling, 2020) .....	63
Tabelle 2: Spannweiten der bedingten Häufigkeiten je vermuteter Brandursache .....	63
Tabelle 3: Wahrscheinlichkeiten für die maximale Abweichung der relativen Häufigkeit um 5 % in Abhängigkeit von der Stichprobengröße.....	69
Tabelle 4: Gegenüberstellung der Abfrageblöcke der Erfassungsbögen im Rahmen der vfdb-Brandschadenstatistik (links: Pilotprojekt und rechts: Hauptprojekt) (Festag & Döbbling, 2020) .....	XXXIII
Tabelle 5: Darstellung der Zündquellen nach TRGS 723 (Ausschuss für Gefahrstoffe, 2019) .....	XXXIV
Tabelle 6: Wirksame Zündquellen gemäß TRGS 800, differenziert nach Energiequelle (Ausschuss für Gefahrstoffe, 2010) .....	XXXV
Tabelle 7: Brandursachen in Form des Schadenschlüssels der Versicherungswirtschaft (VdS Schadenverhütung GmbH, 2000) .....	XXXVI
Tabelle 8: Notwendige Angaben zur Brandursache nach DIN 14010 (Deutsches Institut für Normung e.V., 2019) .....	XXXVII
Tabelle 9: Darstellung der vermuteten Brandursachen gemäß der vfdb-Brandschadenstatistik (Festag & Döbbling, 2020).....	XXXVIII
Tabelle 10: Übersicht zu den erfassten Gebäudebrandeinsätzen .....	XXXIX
Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung der Ereignismerkmale .....	XLI
Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Angaben zum Schadenausmaß .....	XLIV
Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung der Angaben zu Brandschutzmaßnahmen .....	XLVI

Tabelle 14: Häufigkeit der vermuteten Ursache der Brandentstehung in Abhängigkeit von dem vermutlichen Objekt der Brandentstehung..... XLVII

Tabelle 15: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Objekte der Brandentstehung in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache ..... XLVIII

Tabelle 16: Häufigkeit der Ursache der Brandentstehung in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung ..... LII

Tabelle 17: Bedingte Häufigkeit der Gebäudenutzung in Abhängigkeit von der Brandursache ..... LIV

Tabelle 18: Absolute Häufigkeit der vermutlichen Ursache der Brandentstehung in Abhängigkeit von dem Geschoss der Brandentstehung ..... LIX

Tabelle 19: Bedingte Häufigkeiten der Geschosse der Brandentstehung in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung ..... LIX

Tabelle 20: Absolute Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von dem Brandentstehungsort ..... LXIII

Tabelle 21: Bedingte Häufigkeiten der Brandentstehungsorte in Abhängigkeit von der Brandursache ..... LXIV

Tabelle 22: Absolute Häufigkeiten der Brandursachen in Abhängigkeit von der Brandbegrenzung ..... LXXII

Tabelle 23: Bedingte Häufigkeiten der Angaben zur Brandbegrenzung in Abhängigkeit von der Brandursache ..... LXXIII

Tabelle 24: Absolute Häufigkeiten der Angaben zur Rauchausbreitung in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache ..... LXXVII

Tabelle 25: Bedingte Häufigkeit der Angaben zur Rauchausbreitung in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache ..... LXXVIII

Tabelle 26: Häufigkeitsverteilung von Personenschäden (Todesfall/Verletzungs-Fall) in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache .....LXXXI

Tabelle 27: Bedingte Häufigkeiten von Personenschäden (Todesfall/Verletzungsfall) in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache .....LXXXII

Tabelle 28: Absolute Häufigkeiten der geschätzten Sachschäden je Gebäudebrand in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung .....LXXXIII

Tabelle 29: Bedingte Häufigkeit der geschätzten Sachschäden je Gebäudebrandeinsatz in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung..... LXXXIV

Tabelle 30: Häufigkeitsverteilung der Brandursache in Abhängigkeit von den Fällen, bei denen der Brand vor Eintreffen der Feuerwehr bereits gelöscht war..... LXXXVIII

Tabelle 31: Bedingte Häufigkeiten der Fälle, bei denen der Brand vor Eintreffen der Feuerwehr bereits gelöscht war – in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung ..... LXXXIX

Tabelle 32: Häufigkeitsverteilung der erforderlichen Löschwasser-Menge in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache .....XCII

Tabelle 33: Bedingte Häufigkeiten der notwendigen Löschwasser-Menge in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung .....XCII

Tabelle 34: Absolute Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung in Abhängigkeit vom Meldeweg ..... XCV

Tabelle 35: Bedingte Häufigkeit des Meldewegs in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung ..... XCVI

Tabelle 36: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen (nach Feuerwehr-Art) ..... XCIX

Tabelle 37: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen (nach Feuerwehr-Art) ..... C

Tabelle 38: Absolute Häufigkeit der vermutlichen Brandursachen (eingeteilt nach maßgeblicher Ursache) in Abhängigkeit von der Art der Feuerwehr ..... C

Tabelle 39: Relative Häufigkeit der maßgeblichen Brandursache in Abhängigkeit von der Feuerwehr-Art..... CI

Tabelle 40: Erwartete absolute Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Feuerwehr-Art (zur Berechnung des CI) ..... CI

Tabelle 41: Aufschlüsselung der modifizierten Gemeindegrößenklassen in der vfdb-Brandschadenstatistik ..... CII

Tabelle 42: Absolute Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung in Abhängigkeit von den Gemeindegrößenklassen ..... CII

Tabelle 43: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von den Gemeindegrößenklassen..... CIII

Tabelle 44: Erwartete absolute Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Gemeindegrößenklasse (zur Berechnung des CI) .....CVI

Tabelle 45: Grad der Verstädterung (Stand 2021) und Regionalstatistische Raumtypologie (Stand 2018) der jeweiligen Feuerwehr (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020b; Statistisches Bundesamt, 2021c) .....CVI

Tabelle 46: Bedingte Häufigkeiten der zeitlichen Verteilung der Brandeinsätze in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung .....CVII

Tabelle 47: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Uhrzeit .....CVIII

Tabelle 48: Häufigkeitsverteilung der Brandursachen in Abhängigkeit vom Wochentag .....CXI

Tabelle 49: Bedingte Häufigkeiten des Einsatzaufkommens nach Wochentag in Abhängigkeit von der Brandursache.....CXI

Tabelle 50: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase I) .....CXIII

Tabelle 51: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase I) ..... CXIV

Tabelle 52: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase II) ..... CXIV

Tabelle 53: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase II) ..... CXV

Tabelle 54: Entwicklung der Häufigkeiten von Brandursachen in Abhängigkeit von der erfassten Fallzahl ..... CXVI

Tabelle 55: Durchschnittliche Schadenhöhe und Anzahl der Fälle, die in Verbindung mit der Schadenursache "Feuer" in Verbindung stehen und im Jahr 2017 von den privaten Versicherern reguliert wurden (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., o.D.a, o.D.b)..... CXX

Tabelle 56: Häufigkeitsverteilung der Art der Feuerwehr in Deutschland, Stand 2018 (Deutscher Feuerwehrverband, o.D.) ..... CXX

Tabelle 57: Häufigkeitsverteilung der Fälle von "Brandstiftung und Herbeiführen einer Brandgefahr" in Abhängigkeit von der Gemeindegrößenklasse in der PKS (Bundeskriminalamt, 2018a)..... CXX

Tabelle 58: Grad der Verstädterung der Gemeinden in Deutschland, Stand 2021 (Statistisches Bundesamt, 2021c) ..... CXXI

Tabelle 59: Bedeutung des Grades der Verstädterung (Statistisches Bundesamt, 2021b) ..... CXXI

Tabelle 60: Erläuterung des Codes des regionalstatistischen Raumtyps (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020b)..... CXXII

Tabelle 61: Häufigkeitsverteilung der regionalstatistischen Regionstypen in Deutschland, Stand 2019 ..... CXXII



## Anhang A Abfrageblöcke der vfdb-Brandschadenstatistik

Die Abfrageblöcke entwickelten sich nach der Pilotphase weiter. Tabelle 4 zeigt, wie sich die Abfrageblöcke zwischen Pilot- und Hauptprojekt veränderten.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Abfrageblöcke der Erfassungsbögen im Rahmen der vfdb-Brandschadenstatistik (links: Pilotprojekt und rechts: Hauptprojekt)  
(Festag & Döbbling, 2020)

<b>Abfrageblöcke im Erfassungsbogen</b>	
<b>Pilotprojekt</b>	<b>Hauptprojekt</b>
Allgemeines	Allgemeines
- fehlt -	Art der Feuerwehr
Art des Gebäudes	Art des Gebäudes
Gebäudenutzung	Gebäudenutzung
Notruf-/Meldeweg	Notruf-/Meldeweg
- fehlt -	Brand
Falschalarm durch	Falschalarm durch
Ausgelöste Anlagentechnik	Ausgelöste Anlagentechnik
Zeitpunkt der Brandentstehung	Zeitpunkt der Brandentstehung
Vermutliche Brandursache	Vermutliche Brandursache
- fehlt -	Vermutlicher Ort der Brandentstehung
- fehlt -	Vermutliches Objekt der Brandentstehung
- fehlt -	Geschoss des Brandes
- fehlt -	Brandausmaß
Brand begrenzt auf	Brand begrenzt auf
- fehlt -	Rauchausbreitung
- fehlt -	Rauchsichtung erkennbar
- fehlt -	Rettungsweg benutzbar
- fehlt -	Menschenrettung
Personenschaden	Personenschaden
Geschätzter Sachschaden	Geschätzter Sachschaden
- fehlt -	Löschwassereinsatz

## Anhang B Gegenüberstellung verschiedener Systematiken zur Einteilung von Brandursachen

In der Fachwelt hat sich bislang keine einheitliche Systematik zur Einteilung von Brandursachen etabliert. In verschiedenen Quellen sind deshalb unterschiedliche Darstellungen, die nachfolgend dargestellt werden sollen, zu finden.

Die TRGS 723 konkretisiert die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung zur Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische in Folge des Wirksamwerdens von Zündquellen und findet unter anderem Anwendung bei der Ermittlung der hierfür relevanten Inhalte des Explosionsschutzdokuments (Ausschuss für Gefahrstoffe, 2019). Der Fokus liegt ausschließlich auf wirksamen Zündquellen, die in Tabelle 5 dargestellt sind.

Tabelle 5: Darstellung der Zündquellen nach TRGS 723 (Ausschuss für Gefahrstoffe, 2019)

<b>Zündquellen nach TRGS 723</b>
Heiße Oberflächen
Flammen und heiße Gase
Zündquellen durch mechanische Reib- Schlag- und Abtrennvorgänge
Elektrische Anlagen
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz
Statische Elektrizität
Blitzschlag
Elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von $9 \times 10^3$ Hz bis $3 \times 10^{11}$ Hz
Elektromagnetische Strahlung im Bereich der Frequenzen von $3 \times 10^{11}$ Hz bis $3 \times 10^{15}$ Hz bzw. Wellenlängen von $1.000 \mu\text{m}$ bis $0,1 \mu\text{m}$ (optischer Spektralbereich)
Ionisierende Strahlung
Ultraschall
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase
Chemische Reaktionen

Unter anderem um zu ermitteln und zu bewerten, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse bei Tätigkeiten zu einer Brandgefährdung führen können, soll die TRGS 800 herangezogen werden (Ausschuss für Gefahrstoffe, 2010). Einen Teil der Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung bildet die Ermittlung von Zündquellen.

In der TRGS 800 werden Zündquellen anhand der Energiequelle differenziert, aus der sie entstehen können. Dabei handelt es sich um Wärmeenergie, elektrische Energie,

mechanische Energie und chemische Energie. In Anlage 2 der TRGS werden zur weiteren Differenzierung Beispiele für wirksame Zündquellen gegeben (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Wirksame Zündquellen gemäß TRGS 800, differenziert nach Energiequelle  
(Ausschuss für Gefahrstoffe, 2010)

<b>Zündquellen nach TRGS 800</b>	
<b>Energieform</b>	<b>Beispiele</b>
Wärmeenergie	Heizungsanlagen, Verbrennungsmotoren, offenes Licht oder Feuer und damit verbundene Wärme, heiße Oberflächen, Schweißspritzer, Laser oder andere starke Strahlungsquellen
Elektrische Energie	Elektrische Beleuchtungsgeräte wie Lampen, elektromagnetische Strahlung, elektrischer Kurzschluss, elektrischer Lichtbogen, Erdungsfehler, Leiterschluss, betriebsbedingte Schutzleiterströme, Ausgleichsströme, Blitzeinschlag, Entladung statischer Elektrizität, loser Kontakt, übermäßige Erwärmung infolge Überlastung, induktive Erwärmung, unangepasster elektrischer Anschluss
Mechanische Energie	Reibung, Ultraschall, Schlag, Stoß, Schleifen, Kompression (einschließlich adiabatischer Kompression)
Chemische Energie	Selbsterhitzung, Selbstentzündung, katalytische Reaktionen, durchgehende exotherme Reaktionen

Um aussagekräftige Schadenanalysen durchzuführen, hat die Versicherungswirtschaft die so genannten Schadenschlüssel entwickelt, die der einheitlichen Erfassung und Auswertung von Schäden dient (VdS Schadenverhütung GmbH, 2000). In Abgrenzung zu den zuvor genannten Systematiken wird die Brandursache respektive der Schaden Grund auf ein Objekt, zum Beispiel Maschinen, oder auf konkrete Vorgänge, beispielsweise Blitzschlag, zurückgeführt.

Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die Schadenschlüssel (mit Beispielen aus dem Bereich der Industrie-/Gewerbesachversicherung).

Weitaus komplexer sind die Angaben zu Brandursachen gemäß DIN 14010. Die Norm gibt eine einheitliche Kennzeichnung, Erfassung und Auswertung von Bränden vor. Zur Beschreibung der Brandursache müssen hierfür Angaben aus fünf Untergruppen ausgewählt werden (Deutsches Institut für Normung e.V., 2019). Der Fokus liegt dabei nicht nur auf der Zündquelle. Es werden auch Aspekte wie der zuerst in Brand gesetzte Stoff, die Menge und der Gegenstand erfasst (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 7: Brandursachen in Form des Schadenschlüssels der Versicherungswirtschaft  
(VdS Schadenverhütung GmbH, 2000)

<b>Erstschlüssel (Schadengrund)</b>		
<b>Nr.</b>	<b>Schadengrund</b>	<b>Beispiele bzw. Erläuterungen (hier für Sachbereich Industrie/Gewerbe)</b>
1	Explosion	Gase, Stäube, Dämpfe, Behälterknall, Sprengstoffe
2	Leicht entzündliche, leicht brennbare Stoffe	Fette, Öle, brennbare Flüssigkeiten, Papier, Kartonage
3	Technische Einrichtungen und Geräte	Maschinen, Fertigungsanlagen, Lackieranlagen, Prozessanlagen, Hydraulikanlagen, Energieanlagen, Motoren, Transformatoren, Ladestationen, Hubstapler, Heizgeräte, Leuchten, Werkzeuge, elektrische Kleingeräte, Öfen
4	Ortsfeste Elektroinstallationen	Alle Einrichtungen von der Einspeisung bis zur Steckdose/zum Anschlusspunkt des Verbrauchers, wie Hauptsicherungen, Verteilerschränke, Sicherungen, Leitungen, Abzweigdose, Schalter, Klemmen
5	Blitzschlag	Unmittelbarer Übergang eines Blitzes auf Sachen
6	Überspannung durch Blitz	Induktion, Influenz, galvanische Kopplung
7	Feuergefährliche Arbeiten	Schweißen, Löten, Trennen, Schleifen, Heißkleben, Folienschumpfen, manuelle Arbeiten, personengebundene Tätigkeiten
8	Brandstiftung	Vorsätzliche Brandstiftung
9	Fahrlässiges Fehlverhalten	Unsachgemäßer Umgang mit offenem Feuer oder leicht entzündlichen Stoffen, Verstoß gegen Sicherheitsvorschriften/gegen Wartungsvorschriften/gegen Rauchverbot
0	Sonstiges	Anderer Schadengrund/unbekannt
<b>Zweitschlüssel (Hauptschadenbereich)</b>		
<b>Nr.</b>	<b>Schadenbereich</b>	<b>Beispiele bzw. Erläuterungen (hier für Sachbereich Industrie/Gewerbe)</b>
1	Produktion	-
2	Energieversorgung	-
3	Lager im Gebäude	Hochregallager, Betriebsstofflager, Schüttgutlager, Silos
4	Freilager	-
5	Verkaufsbereich	Minimärkte
6	Verwaltung, Büro	-
7	Sozialeinrichtungen	Küche, Kantine, Sozialräume, Sport- und Freizeitanlagen, Wohnbereiche
8	Anlieferung/Versand	Abfüllplätze
9	Alle Bereiche maßgeblich betroffen	-
0	Sonstiges	andere Bereiche/unbekannt

Tabelle 8: Notwendige Angaben zur Brandursache nach DIN 14010 (Deutsches Institut für Normung e.V., 2019)

<b>Untergruppe</b>	<b>Angabe bzw. Erläuterung</b>
Auslösung der Zündung	Nichtabsichtliche Auslösung (durch konstruktive Mängel, bauliche Mängel, Schadhaftheit, Beschädigung, technische Störungen, unsachgemäße Anordnung, unsachgemäße Lagerung, unsachgemäße Handhabung, unsachgemäße Ausbesserung, mangelnde Beaufsichtigung, mangelnde Pflege und Wartung), absichtliche Auslösung (Brandstiftung), Auslösung durch Tiere, Auslösung durch Naturereignisse
Herkunft der Zündenergie	Wärmeenergie (Feuerstätte, Rauchabzugseinrichtung, Heizungsanlage, Verbrennungsmotor, Beleuchtungsgerät, offenes Licht oder Feuer, brennende Stoffteilen, Schweißspritzer, Angabe einer sonstigen Wärmeenergie), elektrische Energie (Elektroherd, Tauchsieder, Schnellkocher, Bügeleisen, Heizofen, Heizlüfter, Strahler, Heizkörper, elektrisches Beleuchtungsgerät, unbeabsichtigte Umwandlung in Wärme, Photovoltaik-Modul, Angabe einer sonstigen elektrischen Energie), mechanische Energie (Reibung, Kompression, Angabe einer sonstigen mechanischen Energie), chemische Energie (Selbstentzündung, exotherme Reaktion, Angabe einer sonstigen chemischen Energie)
Zuerst in Brand gesetzter Stoff	Feste oder halbfeste Stoffe (Feste Brennstoffe, Holz oder Holzwerkstoffe, pflanzliche oder tierische Stoffe, technische Fette oder Wachse, chemische Stoffe, Metalle, Abfälle, flüssige Stoffe, Staub, Dampf oder gasförmige Stoffe)
Geschätzte Menge	Angabe der geschätzten Menge (Masse/Volumen) des zuerst in Brand gesetzten Stoffes
Gegenstand, dessen Bestandteil der zuerst in Brand gesetzte Stoff war	Fahrzeugteile, Maschinen oder Maschinenteile, Einrichtungs- oder Haushaltsgegenstände, elektrische Betriebs- oder Verbrauchsmittel, Bauteile, land- oder forstwirtschaftliche Gegenstände, Behälter oder Lagerungsarten

In Abgrenzung zu den zuvor genannten Systematiken liegt der Fokus bei der vfdb-Brandschadenstatistik viel mehr auf dem Vorgang, der zur Auslösung der Verbrennung geführt hat (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Darstellung der vermuteten Brandursachen gemäß der vfdb-Brandschadenstatistik (Festag & Döbbling, 2020)

<b>Vermutliche Ursache der Brandentstehung</b>
Vorsätzliche Brandstiftung (Böswilligkeit)
Fehlerhafter Umgang – mit elektrischen Anlagen
Fehlerhafter Umgang – mit offenem Feuer
Fehlerhafter Umgang – Sonstiges
Technischer Defekt
Umwelteinflüsse (z.B. Blitzschlag, Marder)
Sonstige Ursachen
Ursache unbekannt

Beim Vergleich der verschiedenen Einteilungen wird ersichtlich, dass die Systematisierung stark vom beabsichtigten Ziel abhängt. Steht beispielsweise die Vermeidung einer Brandgefahr im betrieblichen Kontext im Vordergrund – hier können Faktoren wie der brennbare Stoff und das Oxidationsmittel nur bedingt beeinflusst werden, da sie in der Regel durch die betrieblichen Bedingungen oder die Prozesse bestimmt werden – orientiert sich die Einteilung ausschließlich an den Zündquellen. Anders sieht das zum Beispiel bei Betrachtungen im Versicherungswesen aus. Hier steht das Objekt bzw. der Vorgang im Vordergrund – Detailspekte wie die Zündquelle spielen hier für die Analyse eine untergeordnete Rolle.

## Anhang C Ergebnisse aus der vfdb-Brandschadenstatistik

Nachfolgend sind alle relevanten Daten aufgeführt, die über spezielle Abfragen aus der nicht öffentlich zugänglichen Datenbank der vfdb-Brandschadenstatistik gewonnen wurden. Die Daten sind gemäß der inhaltlichen Analyseschwerpunkte gegliedert. Da die Daten direkt aus der Datenbank entnommen wurden, können Abweichungen im Vergleich zum gleichnamigen Technischen Bericht der vfdb auftreten.

Neben den Informationen aus der Brandschadenstatistik sind nachfolgend ebenfalls ausgewählte Analyseergebnisse dargestellt.

### C.1 Einzelmerkmal-Analyse

Tabelle 10: Übersicht zu den erfassten Gebäudebrandeinsätzen

<b>Merkmal</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>	<b>95 % Konfidenzintervall des Anteilwerts (Prozent)</b>
Art des Einsatzes	Tatsächlicher Brand	1.220	24,3	23,1–25,5
	Falschalarm	3.796	75,7	74,5–76,9
	<b>Summe</b>	5.016	100	-
Art der Feuerwehr	Berufsfeuerwehr	2.277	45,4	
	Freiwillige Feuerwehr	520	10,4	
	Werk-/Betriebsfeuerwehr	2.219	44,2	
	<b>Summe</b>	5.016	100	
Art des Einsatzes je Art der Feuerwehr	Falschalarm FF	295	5,9	
	Falschalarm BF	1.529	30,5	
	Falschalarm WF	1.972	39,3	
	Brände FF	225	4,5	
	Brände BF	748	14,9	
	Brände WF	247	4,9	
	<b>Summe</b>	5.016	100	

Tabelle 10: Übersicht zu den erfassten Gebäudebrandeinsätzen (Fortsetzung S. XXXIX)

<b>Merkmal</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>	<b>95 % Konfidenzintervall des Anteilwerts (Prozent)</b>
Vermutliche Ursache der Brandentstehung	vorsätzliche Brandstiftung	110	9,2	7,6–10,8
	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	91	7,6	6,1–9,1
	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	298	24,9	22,5–27,3
	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	184	15,3	13,3–17,3
	Technischer Defekt	156	13,0	11,1–14,9
	Umwelteinflüsse	5	0,4	*
	Sonstige Ursache	106	8,8	7,2–10,4
	Ursache unbekannt	249	20,8	18,5–23,1
	<b>Summe</b>		1.199	100
Maßgebliche Ursache der Brandentstehung	Technik	156	13,0	11,1–14,9
	Umwelt	5	0,4	*
	Mensch	683	57,0	54,1–59,8
	Sonstiges	106	8,8	7,2–10,4
	Unbekannt	249	20,8	18,5–23,1
<b>Summe</b>		1.199	100	-
* Keine Bestimmung des Konfidenzintervalls, aufgrund mangelnder Erfüllung des Approximationskriteriums				



Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung der Ereignismerkmale

<b>Merkmal</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>	<b>95 % Konfidenzintervall des Anteilwertes (Prozent)</b>
Gebäude- nutzung bei tatsächlichem Brand	Wohnen	514	45,5	42,6–48,4
	Mischnutzung	51	4,5	3,3–5,7
	Industrielle Nutzung	52	4,6	3,4–5,8
	Lager	28	2,5	1,6–3,4
	Messe und Ausstellung	4	0,4	*
	Verwaltung, Büro	35	3,1	2,1–4,1
	Versammlungsstätte	14	1,2	0,6–1,8
	Verkaufsstätte	23	2,0	1,2–2,8
	Beherbergungsbetrieb	27	2,4	1,5–3,3
	Gastronomie, Restaurant	12	1,1	0,5–1,7
	Schule, Hochschule, Kindergarten	13	1,2	0,6–1,8
	Krankenhaus, Alten- und Pflegeheim	44	3,9	2,8–5,0
	Verkehrsanlage	197	17,4	15,2–19,6
	Energieversorgung	6	0,5	*
	Garage und Parkhäuser	22	1,9	1,1–2,7
	Landwirtschaftliches Anwesen	6	0,5	*
	Sonstige Nutzung	82	7,3	5,8–8,8
	<b>Summe</b>		1.130	100

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung der Ereignismerkmale (Fortsetzung S. XLI)

<b>Merkmal</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>	<b>95 % Konfidenzintervall des Anteilwertes (Prozent)</b>
Vermutliches Objekt der Brandentstehung	Elektrische Installation	73	6,2	4,8–7,6
	Einrichtungsgegenstand	64	5,4	4,1–6,7
	Herd, Ofen	294	24,8	22,3–27,3
	Lagermaterial	20	1,7	1,0–2,4
	Maschine, elektrisches Gerät	101	8,5	6,9–10,1
	Müllbehälter	284	23,9	21,5–26,3
	Sperrmüll / Unrat	58	4,9	3,7–6,1
	Sonstiges Objekt	172	14,5	12,5–16,5
	Objekt unbekannt	113	9,5	7,8–11,2
	Mehrere Objekte	7	0,6	*
<b>Summe</b>		1.186	100	-
Geschoss der Brandentstehung	Untergeschoss/Keller	130	12,2	10,2–14,2
	Erdgeschoss	448	42,2	39,2–45,2
	1. - 2. Obergeschoss	305	28,7	26,0–31,4
	3. - 7. Obergeschoss	152	14,3	12,2–16,4
	ab 8. Obergeschoss	15	1,4	0,7–2,1
	Mehrere Geschosse	12	1,1	0,5–1,7
	<b>Summe</b>		1.062	100

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung der Ereignismerkmale (Fortsetzung S. XLII)

<b>Merkmal</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>	<b>95 % Konfidenzintervall des Anteilwertes (Prozent)</b>	
	Wohnraum	85	7,6	6,0–9,2	
	Schlafrum	27	2,4	1,5–3,3	
	Küche	304	27,1	24,5–29,7	
	Badezimmer	15	1,3	0,6–2,0	
	Lager	31	2,8	1,8–3,8	
	Abstellraum	32	2,9	1,9–3,9	
	Büro + Geschäftsraum	30	2,7	1,8–3,6	
	Schornstein	14	1,2	0,6–1,8	
	Flur + Treppenraum	56	5,0	3,7–6,3	
	Garage + Parkhaus	28	2,5	1,6–3,4	
	Maschinenraum	25	2,2	1,3–3,1	
Vermutlicher Ort der Brandentstehung	Transport-/ Verkehrsweg	124	11,1	9,3–12,9	
	Werkstatt	8	0,7	*	
	Heizungsraum	8	0,7	*	
	Versammlungsraum	11	1,0	0,4–1,6	
	Fassadenelement	12	1,1	0,5–1,7	
	Sonstiger Raum	226	20,1	17,8–22,4	
	Dachgeschoss	15	1,3	0,6–2,0	
	Hohlraum - Decke	5	0,4	*	
	Hohlraum - Doppelboden	2	0,2	*	
	Hohlraum - Sonstige Hohlräume	8	0,7	*	
	Ort unbekannt	29	2,6	1,7–3,5	
	Mehrere Orte	27	2,4	1,5–3,3	
	<b>Summe</b>		1.122	100	-

\* Keine Bestimmung des Konfidenzintervalls, aufgrund mangelnder Erfüllung des Approximationskriteriums

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Angaben zum Schadenausmaß

<b>Merkmal</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>	<b>95 % Konfidenz- intervall des Anteilwertes (Prozent)</b>
Brand begrenzt auf	Gegenstand/Gerät	871	73,6	71,1–76,1
	einen Raum	202	17,1	15,0–19,2
	mehrere Räume	32	2,7	1,8–3,6
	Wohnung	15	1,3	0,7–1,9
	ein Geschoss	16	1,4	0,7–2,1
	mehrere Geschosse	11	0,9	0,4–1,4
	einen Brandabschnitt	10	0,8	0,3–1,3
	mehrere Brandabschnitte	2	0,2	*
	Treppenraum	6	0,5	*
	Gesamtgebäude	17	1,4	0,7–2,1
	Übergriff auf andere Gebäude	2	0,2	*
	<b>Summe</b>	1.184	100	-
Rauch- ausbreitung beim Eintreffen	Keine, nicht nennenswert	536	46,6	43,7–49,5
	Raum, Schacht	210	18,3	16,1–20,5
	Raumgruppe, Wohnung	201	17,5	15,3–19,7
	ganzes Geschoss	57	5,0	3,7–6,3
	Treppenraum	55	4,8	3,6–6,0
	Flur	36	3,1	2,1–4,1
	mehrere Geschosse	55	4,8	3,6–6,0
		<b>Summe</b>	1.150	100

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Angaben zum Schadenausmaß (Fortsetzung S. XLIV)

<b>Merkmal</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>	<b>95 % Konfidenz- intervall des Anteilwertes (Prozent)</b>
Geschätzter Sachschaden	< 1.000 €	728	64,1	61,3–66,9
	< 10.000 €	188	16,5	14,3–18,7
	< 100.000 €	89	7,8	6,2–9,4
	< 500.000 €	12	1,1	0,5–1,7
	< 1.000.000 €	2	0,2	*
	> 1.000.000 €	2	0,2	*
	keine Angabe möglich	115	10,1	8,3–11,9
<b>Summe</b>		1.136	100	
* Keine Bestimmung des Konfidenzintervalls, aufgrund mangelnder Erfüllung des Approximationskriteriums				

Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung der Angaben zu Brandschutzmaßnahmen

Merkmal	Merkmalsausprägung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)	Relative Häufigkeit (Prozent)	95 % Konfidenz- intervall des Anteilwertes (Prozent)
Brand vor Eintreffen gelöscht durch	Feuerlöscher	74	17,5	13,9–21,1
	Wandhydrant	7	1,7	*
	automatische Löschanlage	2	0,5	*
	Selbsterlöschen	157	37,2	32,6–41,8
	Grund unbekannt	182	43,1	38,4–47,8
	<b>Summe</b>		422	100
Notwendige Löschwasser- Menge	kein Löschwasser eingesetzt	477	40,8	38,0–43,6
	weniger als 500 L	505	43,2	40,4–46,0
	weniger als 2.500 L	130	11,1	9,3–12,9
	mehr als 2.500 L	57	4,9	3,7–6,1
	<b>Summe</b>		1.169	100
Meldeweg	Festnetztelefon	404	35,6	32,8–38,4
	Mobiltelefon	510	45,0	42,1–47,9
	Brandmeldeanlage, automatischer Brandmelder	191	16,8	14,6–19,0
	Brandmeldeanlage, Handfeuermelder	3	0,3	*
	Auslösung automatische Löschanlage	5	0,4	*
	Sonstige Alarmierung	21	1,9	1,1–2,7
	<b>Summe</b>		1.134	100
* Keine Bestimmung des Konfidenzintervalls, aufgrund mangelnder Erfüllung des Approximationskriteriums				

## C.2 Analyse von risikorelevanten Verknüpfungen zur Brandursache

In der mit den Brandursachen verknüpften Analyse werden Ereignismerkmale, Kriterien des Schadensausmaßes und Brandschutzmaßnahmen beleuchtet.

Tabelle 14: Häufigkeit der vermuteten Ursache der Brandentstehung in Abhängigkeit von dem vermutlichen Objekt der Brandentstehung

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)										
	Vermutliches Objekt der Brandentstehung										
	Elektrische Installation	Einrichtungsgegenstand	Herd, Ofen	Lagermaterial	Maschine, elektrisches Gerät	Müllbehälter	Sperrmüll/Unrat	Sonstiges Objekt	Objekt unbekannt	Mehrere Objekte	Summe
vorsätzliche Brandstiftung	0	12	0	6	1	29	22	27	8	0	105
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	5	3	66	0	14	0	0	1	0	2	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	0	5	21	3	0	212	11	38	4	0	294
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	2	6	134	0	9	7	2	22	1	0	183
Technischer Defekt	55	3	19	2	56	0	0	18	1	1	155
Umwelteinflüsse	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Sonstige Ursache	1	2	39	0	11	10	8	23	7	1	102
Ursache unbekannt	7	32	12	9	8	25	15	37	91	3	239
<b>Summe</b>	70	63	291	20	99	283	58	169	112	7	1.172

Tabelle 15: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Objekte der Brandentstehung in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache

Vermutliches Objekt der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	Vermutliche Ursache der Brandentstehung							
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt
<b>Elektrische Installation</b>	0	5,5	0	1,1	35,5	0	1,0	2,9
<b>Einrichtungsgegenstand</b>	11,4	3,3	1,7	3,3	1,9	0	2,0	13,4
<b>Herd, Ofen</b>	0	72,5	7,1	73,2	12,3	0	38,2	5,0
<b>Lagermaterial</b>	5,7	0	1,0	0	1,3	0	0	3,8
<b>Maschine, elektrisches Gerät</b>	1,0	15,4	0	4,9	36,1	0	10,8	3,3
<b>Müllbehälter</b>	27,6	0	72,1	3,8	0,0	0	9,8	10,5
<b>Sperrmüll/Unrat</b>	21,0	0	3,7	1,1	0	0	7,8	6,3
<b>Sonstiges Objekt</b>	25,7	1,1	12,9	12,0	11,6	100	22,5	15,5
<b>Objekt unbekannt</b>	7,6	0	1,4	0,5	0,6	0	6,9	38,1
<b>Mehrere Objekte</b>	0	2,2	0	0	0,6	0	1,0	1,3
<b>Summe</b>	100	100	100	10	100	100	100	100



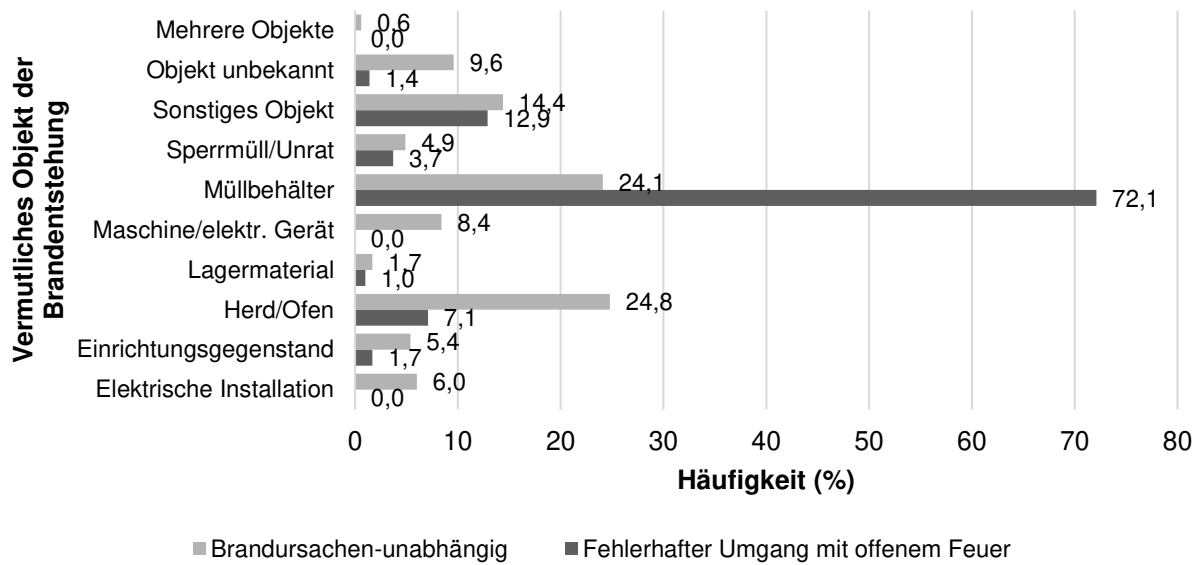


Bild 42: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung  
(Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)

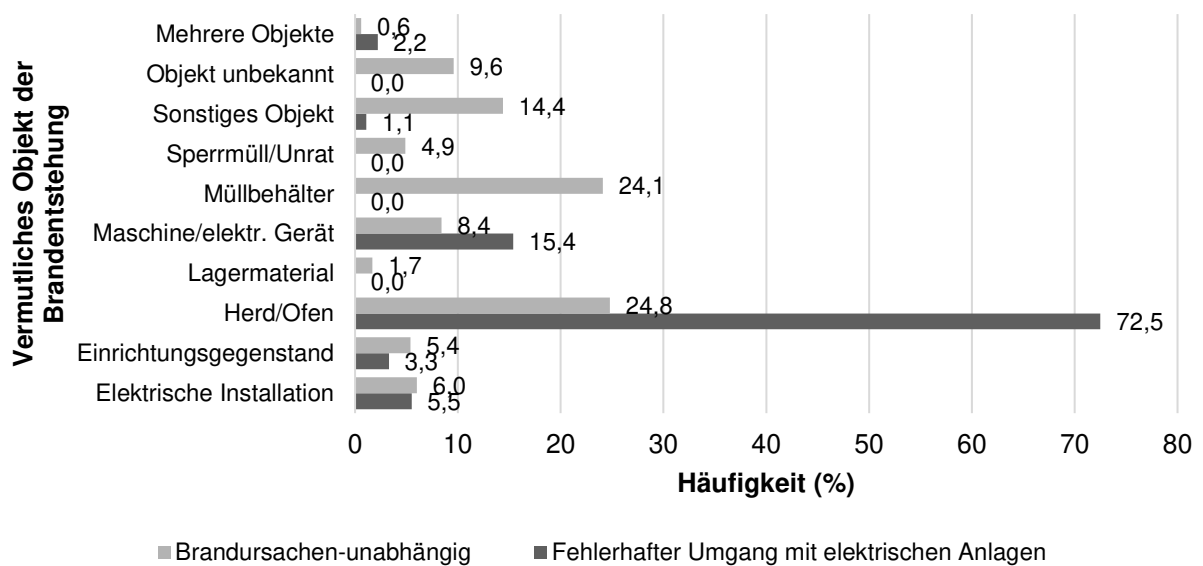


Bild 43: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung  
(Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)

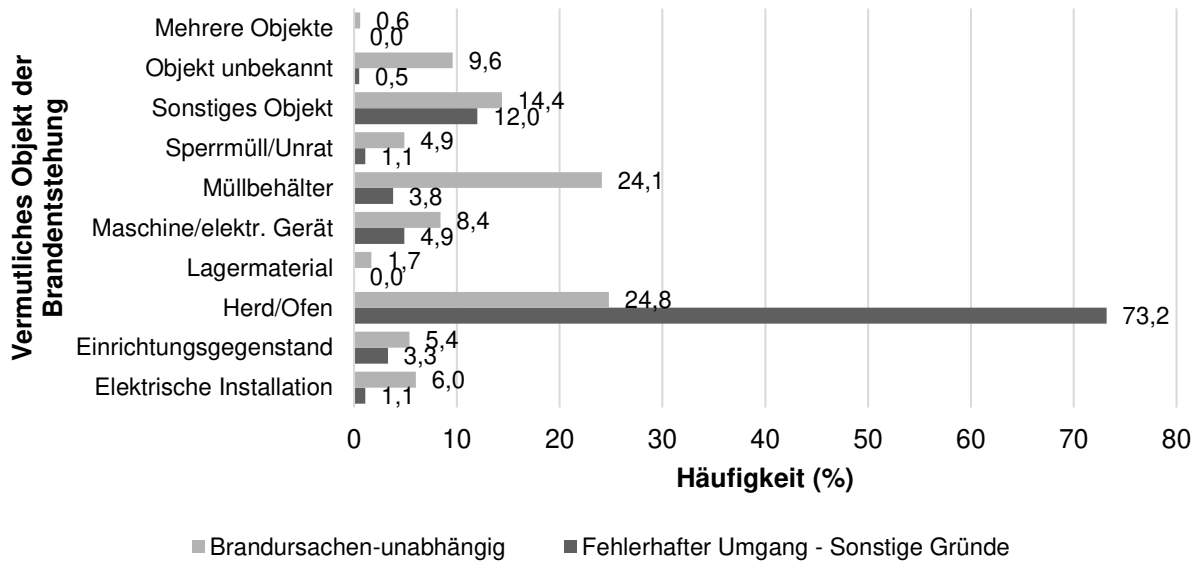


Bild 44: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung  
(Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)

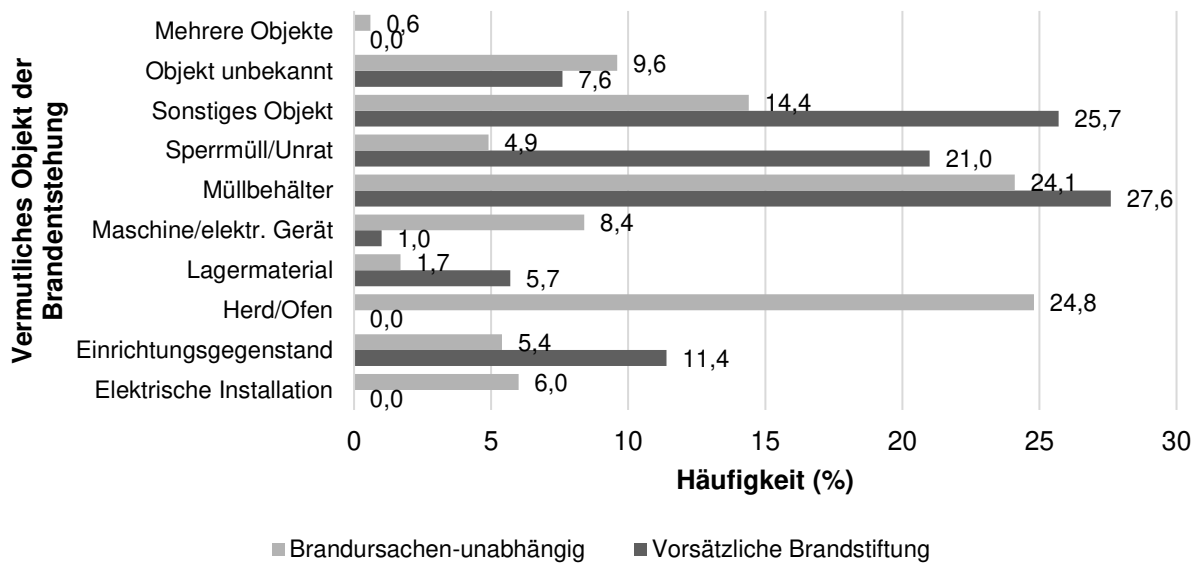


Bild 45: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung  
(Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung)

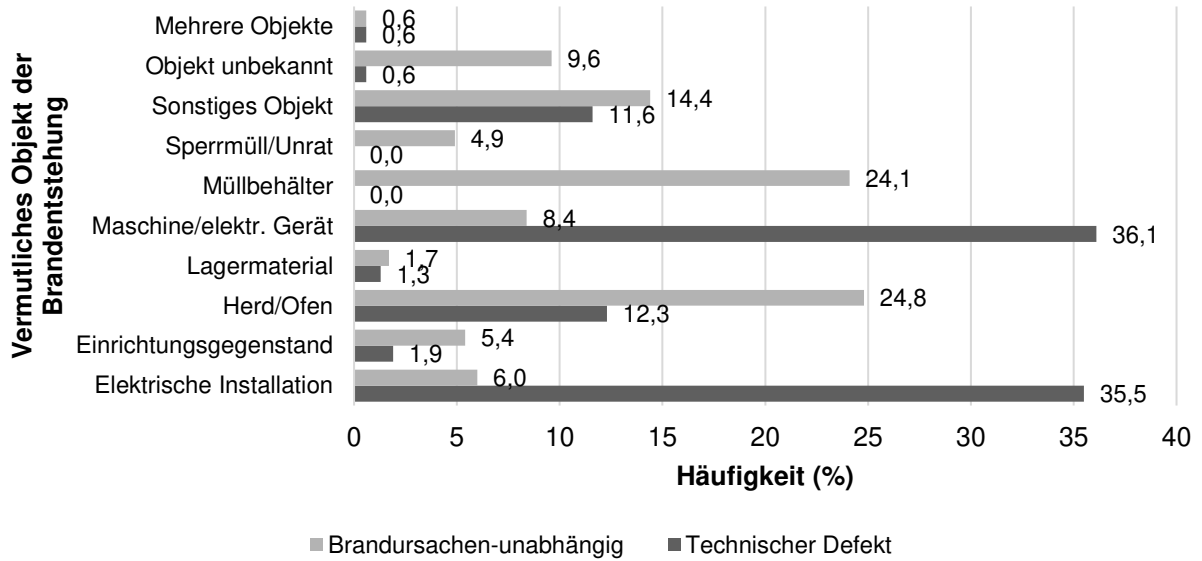


Bild 46: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: technischer Defekt)

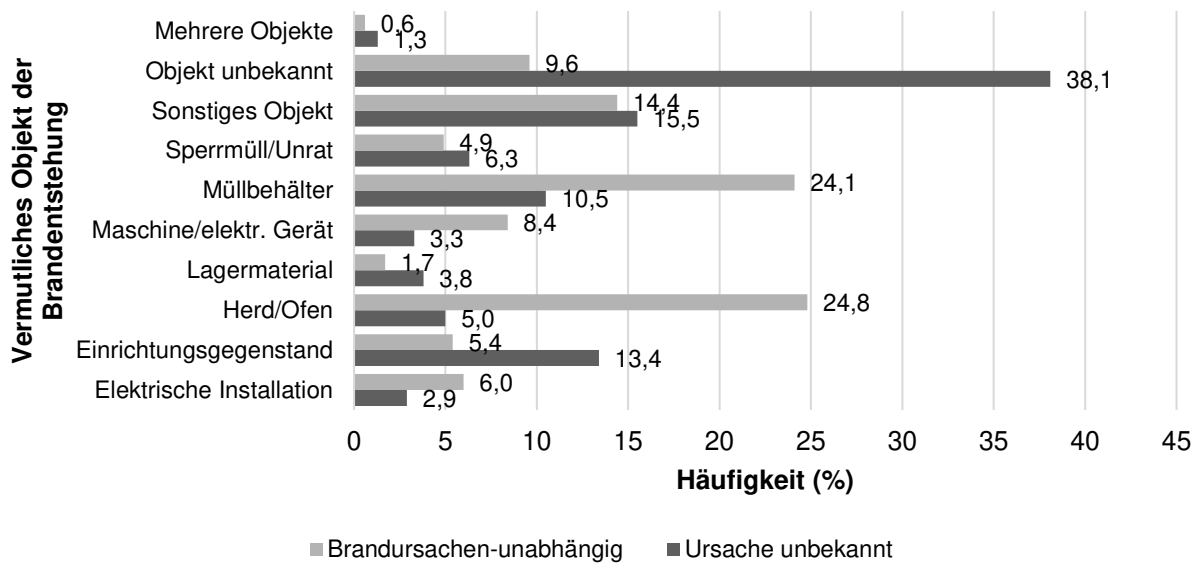


Bild 47: Häufigkeitsverteilung der vermutlichen Objekte der Brandentstehung (Brandursache: unbekannt)

Tabelle 16: Häufigkeit der Ursache der Brandentstehung in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)														Summe			
	Wohnen	Mischnutzung	Industrielle Nutzung	Lager	Messe und Ausstellung	Verwaltung, Büro	Versammlungsstätte	Verkaufsstätte	Beherbergungsbetrieb	Gastronomie, Restaurant	Schule, Hochschule, Kindergarten	Krankenhaus, Alten- und Pflegeheim	Verkehrsanlage	Energieversorgung, Erzeugung, Verteilung		Garage und Parkhäuser	Landwirt. Anwesen	Sonstige Nutzung
vorsätzliche Brandstiftung	37	6	3	2	0	0	1	3	1	0	3	5	4	0	2	1	17	85
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	57	4	1	1	0	3	1	1	8	1	2	4	2	0	1	0	2	88
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	51	3	1	3	2	7	9	5	1	3	0	5	176	0	7	0	14	287
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	130	6	6	0	0	8	0	0	6	2	2	15	2	0	0	0	5	182

Tabelle 16: Häufigkeit der Ursache der Brandentstehung in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung (Fortsetzung S.LII)

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)														Summe			
	Wohnen	Mischnutzung	Industrielle Nutzung	Lager	Messe und Ausstellung	Verwaltung, Büro	Versammlungsstätte	Verkaufsstätte	Beherbungsbetrieb	Gastronomie, Restaurant	Schule, Hochschule, Kindergarten	Krankenhaus, Alten- und Pflegeheim	Verkehrsanlage	Energieversorgung, Erzeugung, Verteilung		Garage und Parkhäuser	Landwirt. Anwesen	Sonstige Nutzung
Technischer Defekt	56	8	25	2	1	11	3	7	5	2	3	5	6	4	2	1	8	149
Umwelt-einflüsse	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Sonstige Ursache	55	6	5	5	0	2	0	2	4	0	1	3	3	0	1	1	7	95
Ursache unbekannt	121	17	10	14	1	3	0	5	2	4	2	6	4	2	2	2	25	227
<b>Summe</b>	<b>507</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>34</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>43</b>	<b>197</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>78</b>	<b>1.115</b>

Tabelle 17: Bedingte Häufigkeit der Gebäudenutzung in Abhängigkeit von der Brandursache

Gebäudenutzung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	Vermutete Ursache der Brandentstehung							
	vorsätzliche Brandstiftung	- mit elektrischen Anlagen Fehlerhafter Umgang	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt
Wohnen	43,5	64,8	17,8	71,4	37,6	0	57,9	53,3
Mischnutzung	7,1	4,5	1,0	3,3	5,4	0	6,3	7,5
Industrielle Nutzung	3,5	1,1	0,3	3,3	16,8	0	5,3	4,4
Lager	2,4	1,1	1,0	0	1,3	50,0	5,3	6,2
Messe und Ausstellung	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0,4
Verwaltung, Büro	0	3,4	2,4	4,4	7,4	0	2,1	1,3
Versammlungsstätte	1,2	1,1	3,1	0	2,0	0	0	0
Verkaufsstätte	3,5	1,1	1,7	0	4,7	0	2,1	2,2
Beherbergungsbetrieb	1,2	9,1	0,3	3,3	3,4	0	4,2	0,9

Tabelle 17: Bedingte Häufigkeit der Gebäudenutzung in Abhängigkeit von der Brandursache (Fortsetzung S. LIV)

Gebäudenutzung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	Vermutete Ursache der Brandentstehung							
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt
Gastronomie, Restaurant	0,0	1,1	1,0	1,1	1,3	0	0	1,8
Schule, Hochschule, Kindergarten	3,5	2,3	0	1,1	2,0	0	1,1	0,9
Krankenhaus, Alten- und Pflegeheim	5,9	4,5	1,7	8,2	3,4	0	3,2	2,6
Verkehrsanlage	4,7	2,3	61,3	1,1	4,0	0	3,2	1,8
Energieversorgung	0	0	0	0	2,7	0	0	0,9
Garage und Parkhäuser	2,4	1,1	2,4	0	1,3	0	1,1	4,0
Landwirtschaftliches Anwesen	1,2	0	0	0	0,7	50,0	1,1	0,9
Sonstige Nutzung	20,0	2,3	4,9	2,7	5,4	0	7,4	11,0
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

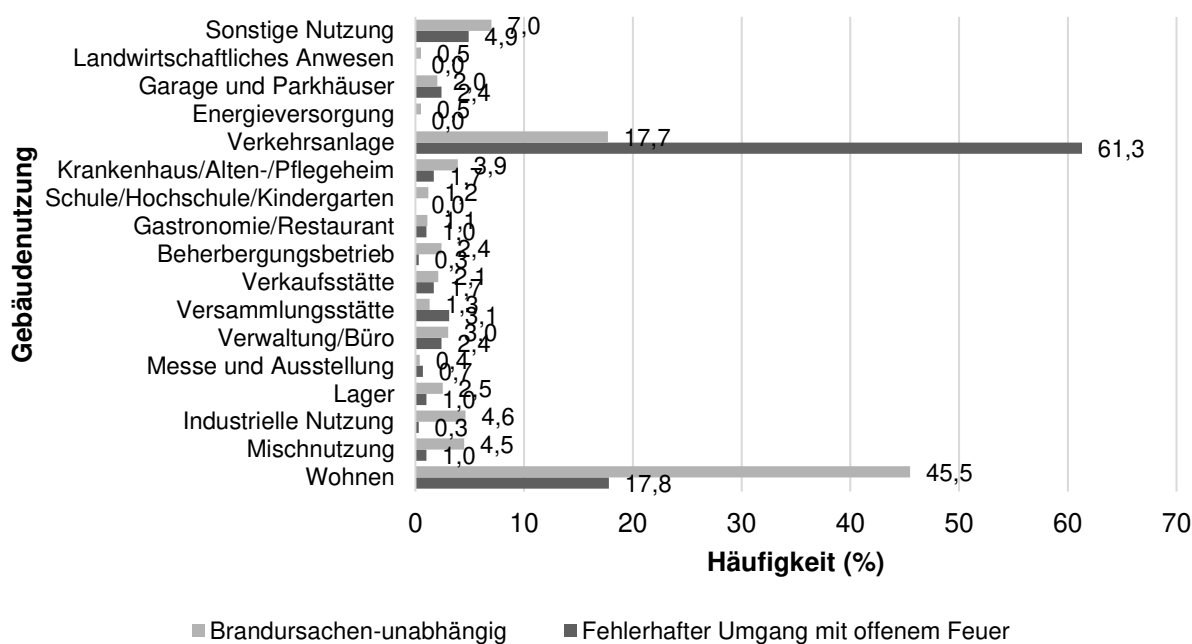


Bild 48: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit offenem Feuer

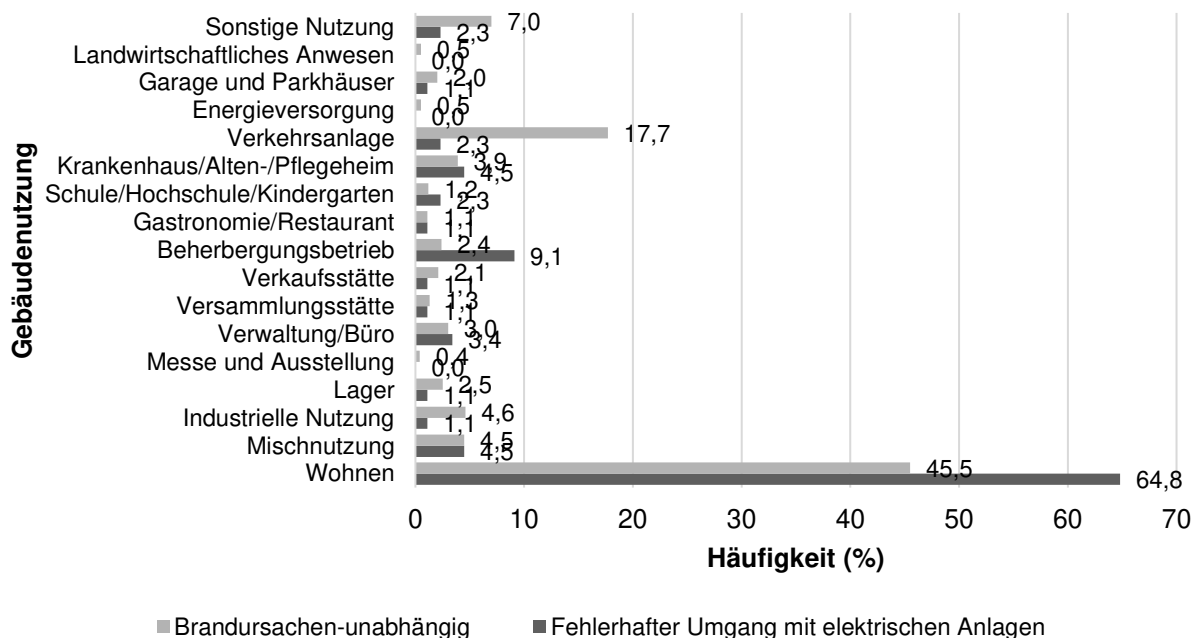


Bild 49: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit elektrischen Anlagen



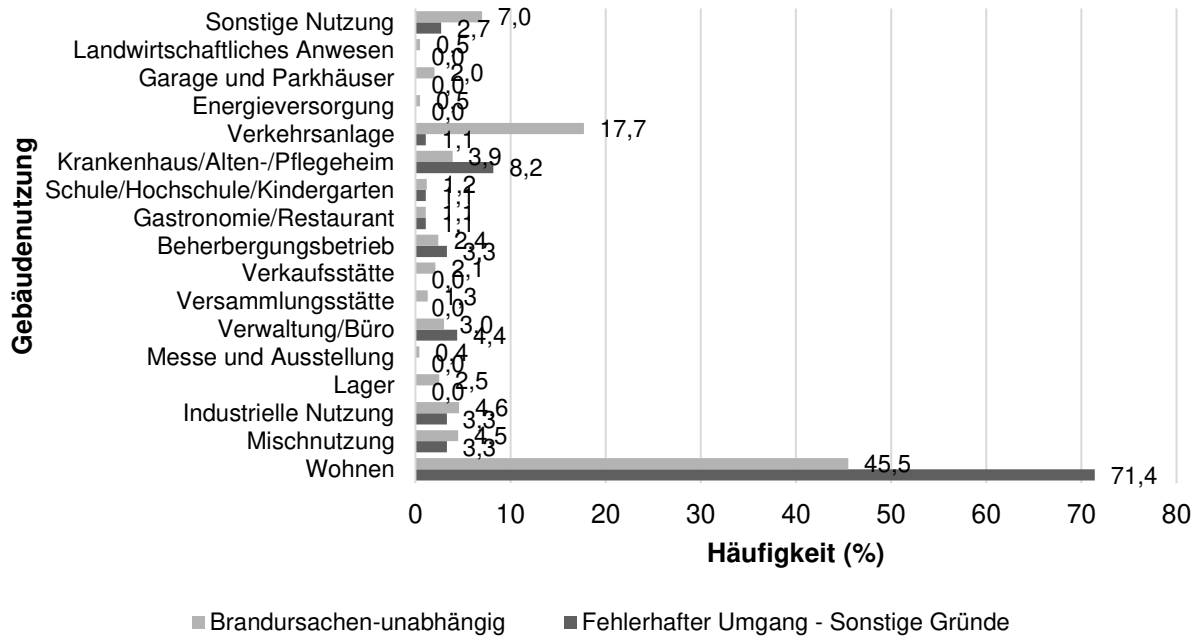


Bild 50: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang aus sonstigen Gründen

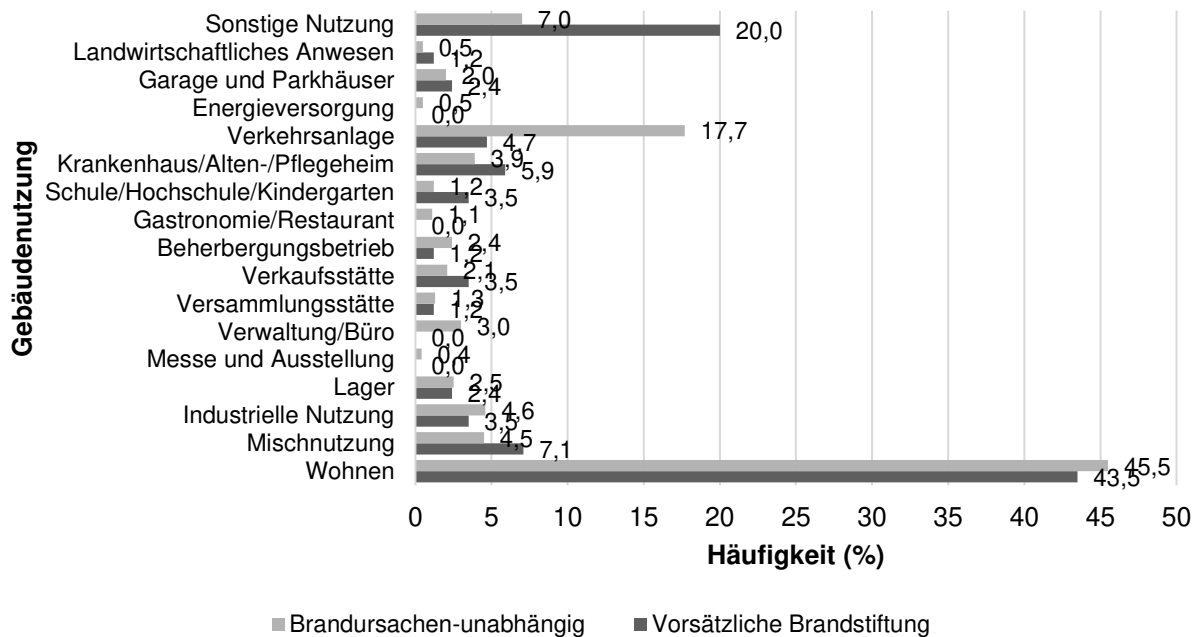


Bild 51: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei vorsätzlicher Brandstiftung

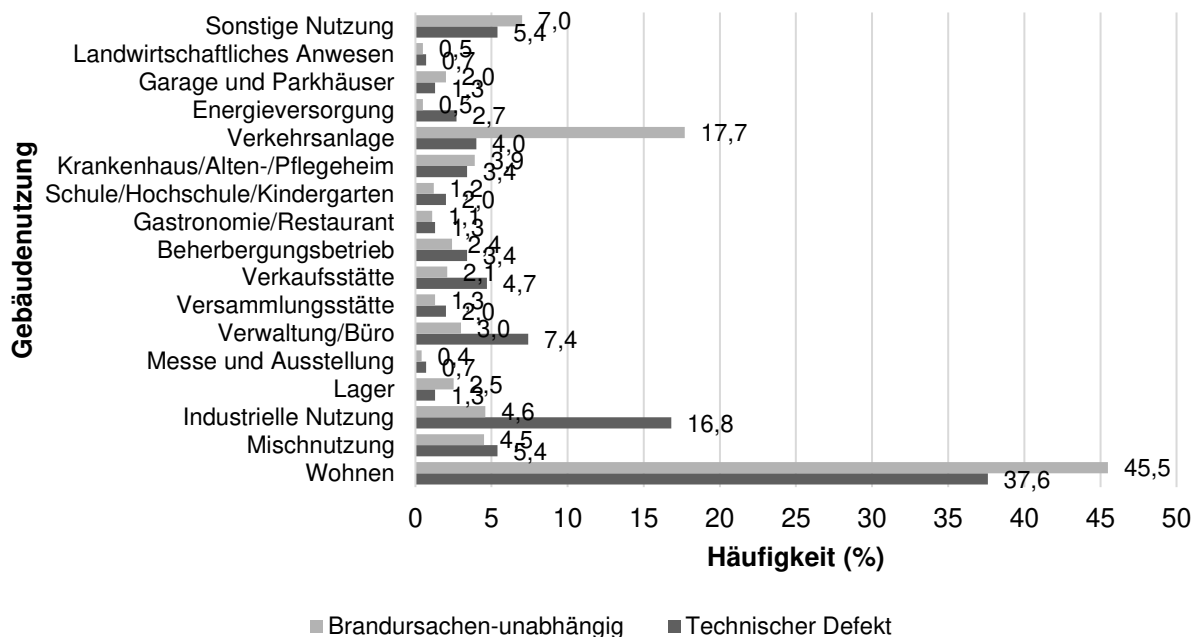


Bild 52: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei technischem Defekt

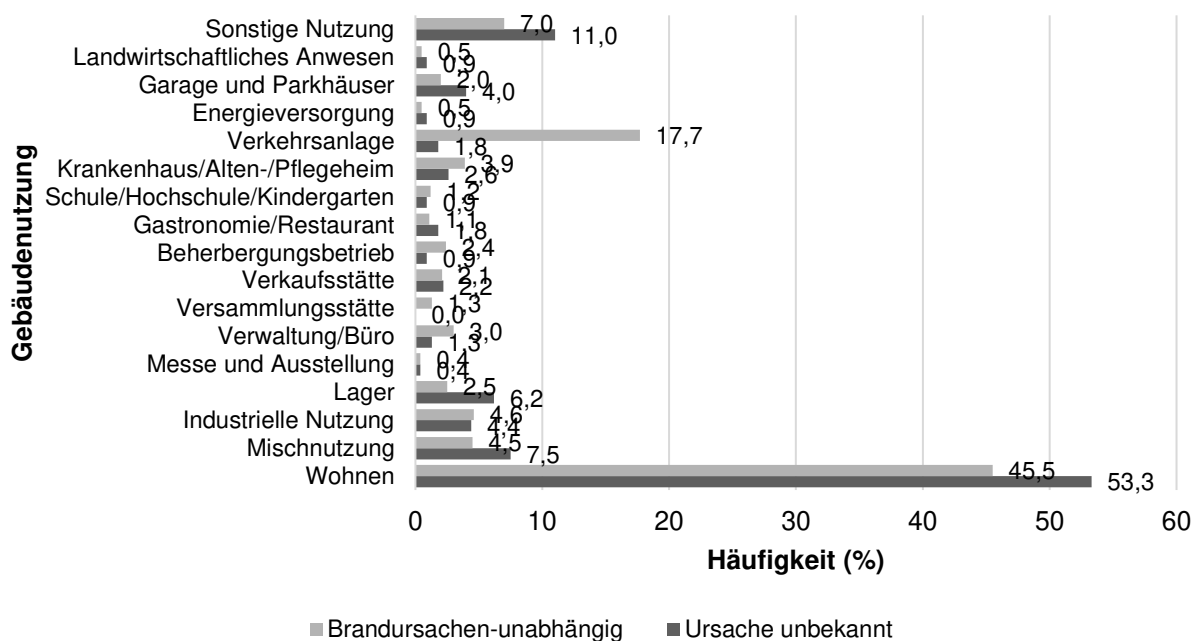


Bild 53: Häufigkeitsverteilung der Gebäudenutzung bei unbekannter Brandursache

Tabelle 18: Absolute Häufigkeit der vermutlichen Ursache der Brandentstehung in Abhängigkeit von dem Geschoss der Brandentstehung

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)						Summe
	Geschoss der Brandentstehung						
	UG	EG	1.-2. OG	3.-7. OG	ab 8. OG	mehrere Geschosse	
vorsätzliche Brandstiftung	10	40	14	5	1	1	71
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	8	26	27	20	3	1	85
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	18	156	81	29	1	2	287
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	4	53	78	43	3	0	181
Technischer Defekt	38	56	21	18	4	3	140
Umwelteinflüsse	0	1	1	0	0	0	2
Sonstige Ursache	10	31	28	11	0	1	81
Ursache unbekannt	41	83	50	24	3	4	205
<b>Summe</b>	129	446	300	150	15	12	1.052

Tabelle 19: Bedingte Häufigkeiten der Geschosse der Brandentstehung in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung

Geschoss der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)								Summe
	Vermutete Ursache der Brandentstehung								
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt	
UG	14,1	9,4	6,3	2,2	27,1	0	12,3	20,0	12,3
EG	56,3	30,6	54,4	29,3	40,0	50,0	38,3	40,5	42,4
1.-2. OG	19,7	31,8	28,2	43,1	15,0	50,0	34,6	24,4	28,5
3.-7. OG	7,0	23,5	10,1	23,8	12,9	0	13,6	11,7	14,3
Ab 8. OG	1,4	3,5	0,3	1,7	2,9	0	0	1,5	1,4
Mehr. Geschosse	1,4	1,2	0,7	0	2,1	0	1,2	2,0	1,1
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

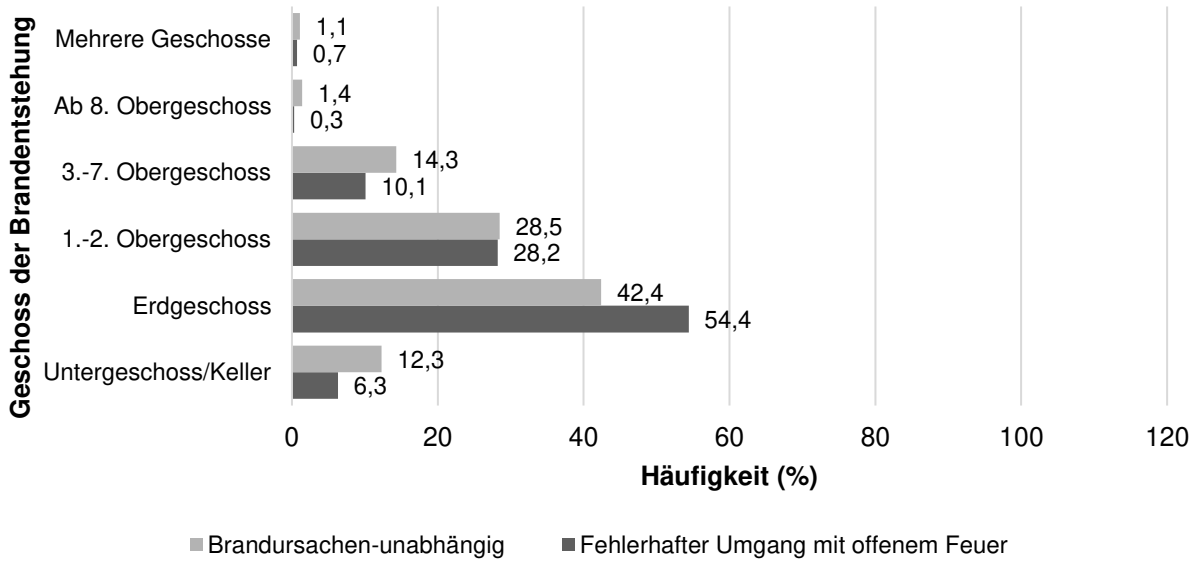


Bild 54: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit offenem Feuer

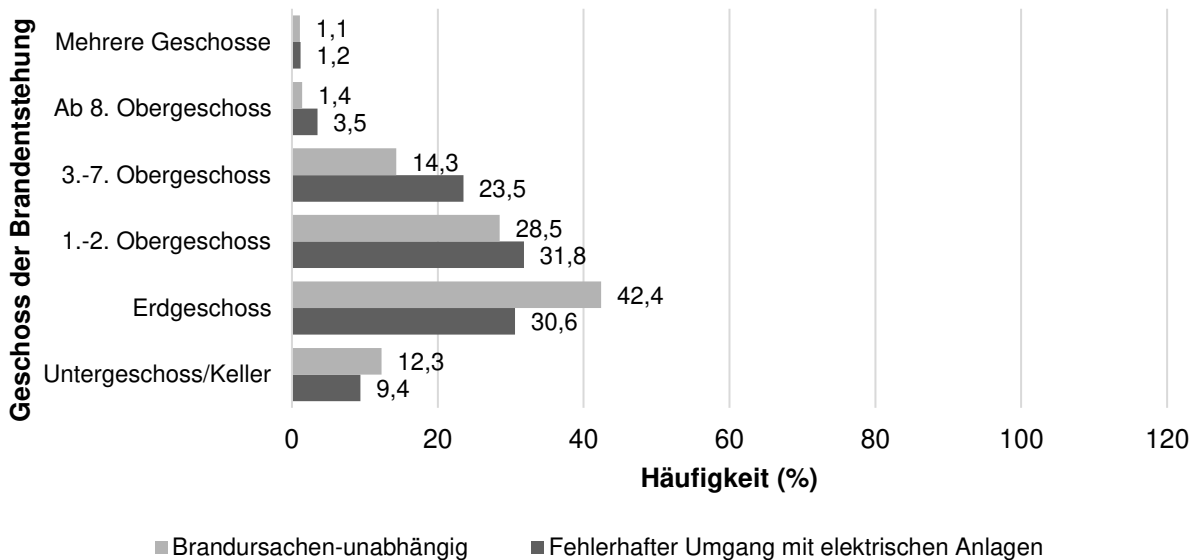


Bild 55: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit elektrischen Anlagen

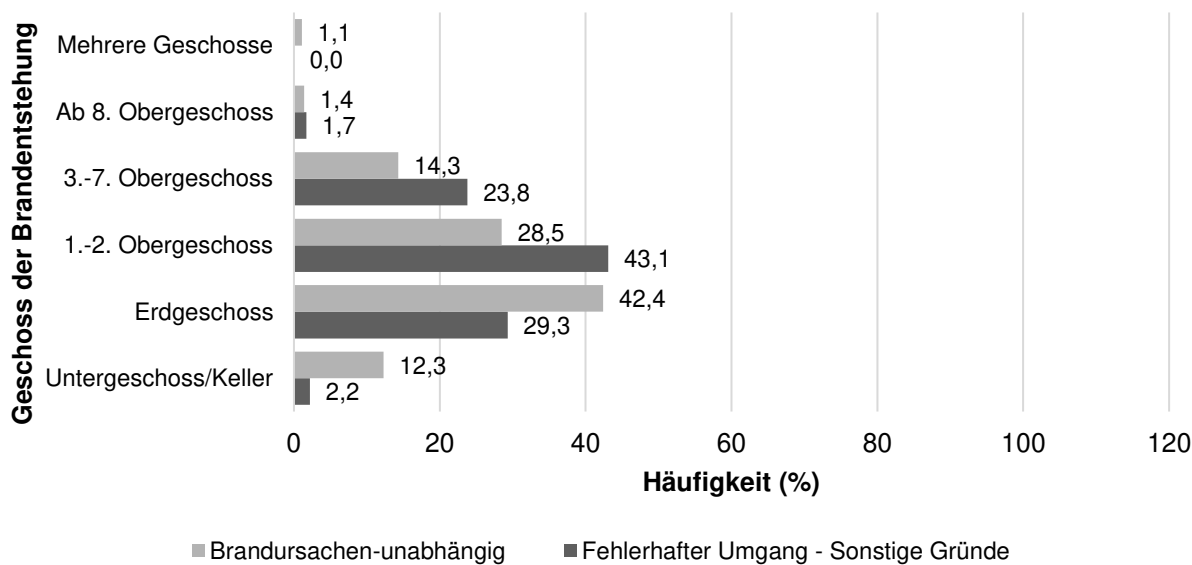


Bild 56: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vermutetem fehlerhaftem Umgang aus sonstigen Gründen

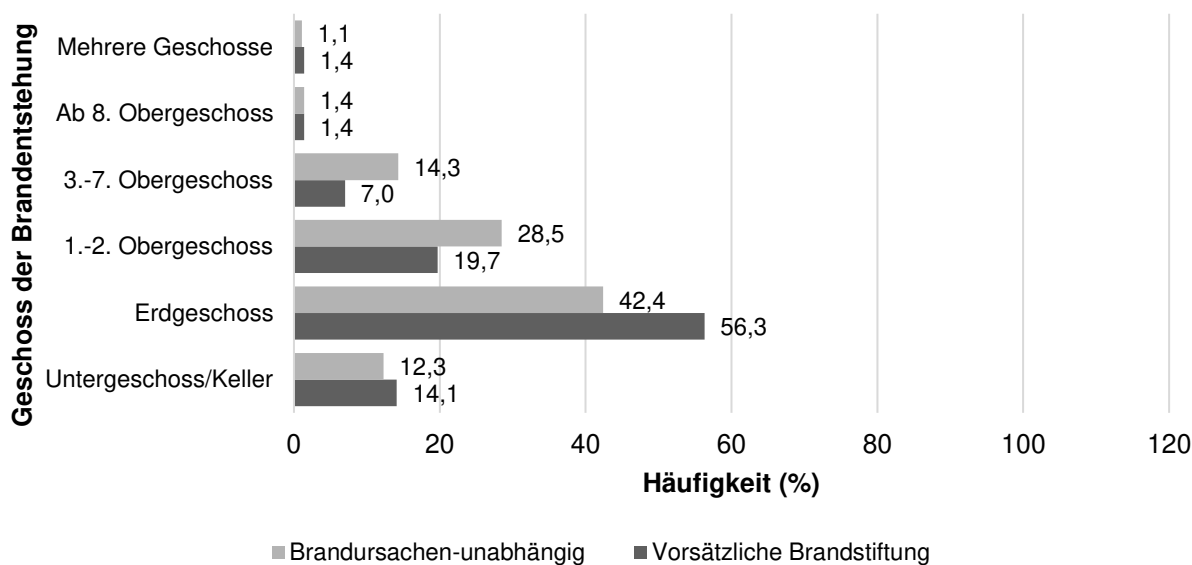


Bild 57: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei vorsätzlicher Brandstiftung

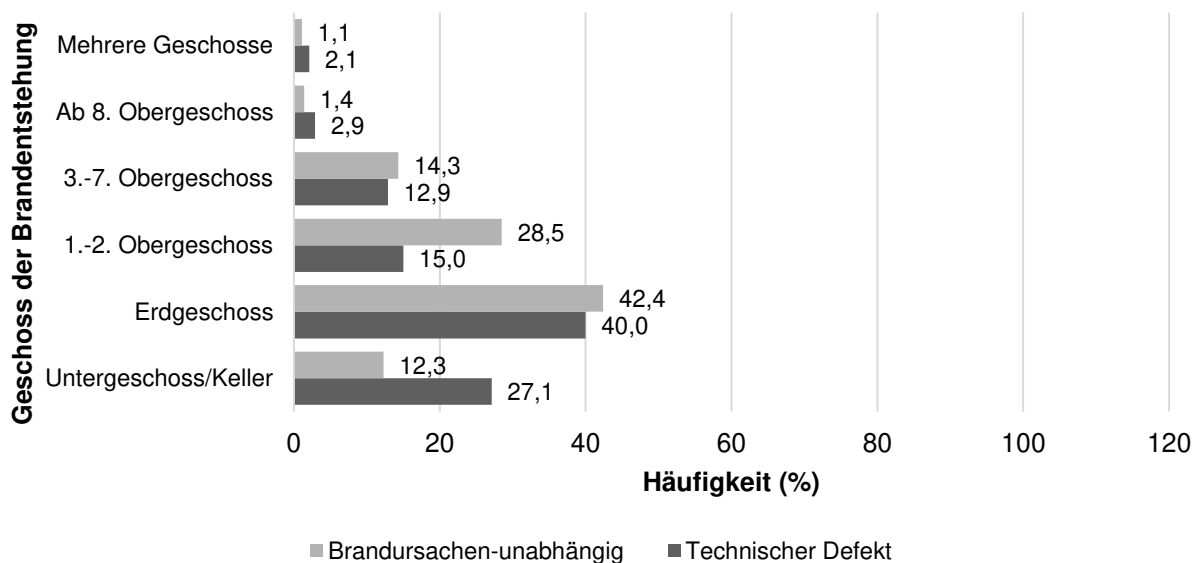


Bild 58: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei technischem Defekt

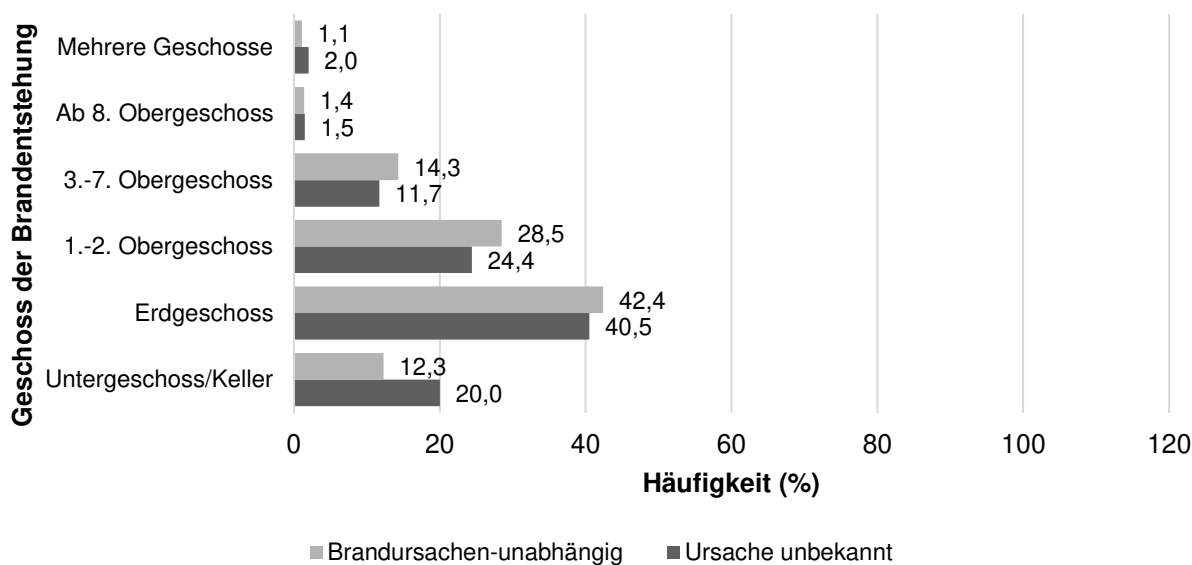


Bild 59: Häufigkeitsverteilung des Geschosses der Brandentstehung bei unbekannter Brandursache

Tabelle 20: Absolute Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von dem Brandentstehungsort

Vermutliche Brandursache	Absolute Häufigkeit (Anzahl)																				Summe			
	Vermutlicher Ort der Brandentstehung																							
	Wohnraum	Schlafraum	Küche	Badezimmer	Lager	Abstellraum	Büro/Geschäftsraum	Schornstein	Flur/Treppenraum	Garage/Parkhaus	Maschinenraum	Transport-/Verkehrsweg	Werkstatt	Heizungsraum	Versammlungsraum	Fassadenelement	Sonstiger Raum	Dachgeschoss	Hohlraum - Decke	Hohlraum - Doppelboden	Hohlräume	Ort unbekannt	Mehrere Orte	Summe
vors. Brand-stiftung	2	6	1	3	3	3	3	0	19	2	1	7	1	0	1	4	16	2	0	0	0	2	5	81
Fehlerhafter Umgang - mit elektr. Anlagen	7	3	61	0	2	3	4	0	1	1	0	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	2	90
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	17	6	13	3	2	1	2	5	10	6	0	98	0	0	5	3	101	5	2	0	4	2	1	286
Fehlerhafter Umgang - Sonstige Gründe	11	3	135	3	1	3	4	1	4	0	1	1	0	0	0	1	11	1	0	0	0	0	2	182
Technischer Defekt	7	0	26	4	4	4	10	0	8	4	17	2	5	7	0	1	39	1	1	0	0	1	4	145
Umwelteinflüsse	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Sonstige Ursache	7	0	43	0	2	2	1	5	2	2	3	6	0	0	1	2	15	1	0	0	2	3	1	98
Unbekannt	33	8	24	2	15	16	5	2	9	13	3	8	1	1	3	1	41	4	2	2	2	21	10	226
<b>Summe</b>	84	26	303	15	30	32	29	13	53	28	25	123	8	8	11	12	226	15	5	2	8	29	25	1.110

Tabelle 21: Bedingte Häufigkeiten der Brandentstehungsorte in Abhängigkeit von der Brandursache

Vermutlicher Ort der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)									
	Vermutete Ursache der Brandentstehung									
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - mit Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt		
Wohnraum	2,5	7,8	5,9	6,0	4,8	0	7,1	14,6		
Schlafraum	7,4	3,3	2,1	1,6	0	0	0	3,5		
Küche	1,2	67,8	4,5	74,2	17,9	0	43,9	10,6		
Badezimmer	3,7	0	1,0	1,6	2,8	0	0	0,9		
Lager	3,7	2,2	0,7	0,5	2,8	50,0	2,0	6,6		
Abstellraum	3,7	3,3	0,3	1,6	2,8	0	2,0	7,1		
Büro + Geschäftsraum	3,7	4,4	0,7	2,2	6,9	0	1,0	2,2		
Schornstein	0	0	1,7	0,5	0	0	5,1	0,9		
Flur + Treppenraum	23,5	1,1	3,5	2,2	5,5	0	2,0	4,0		
Garage + Parkhaus	2,5	1,1	2,1	0	2,8	0	2,0	5,8		
Maschinenraum	1,2	0	0	0,5	11,7	0	3,1	1,3		
Transport-/Verkehrsweg	8,6	1,1	34,3	0,5	1,4	0	6,1	3,5		



Tabelle 21: Bedingte Häufigkeiten der Brandentstehungsorte in Abhängigkeit von der Brandursache (Fortsetzung S. LXIV)

Vermutlicher Ort der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)									
	Vermutete Ursache der Brandentstehung									
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - mit Defekt	Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelt-einflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt	
Werkstatt	1,2	1,1	0	3,4	0	0	0	0	0	0,4
Heizungsraum	0	0	0	4,8	0	0	0	0	0	0,4
Versammlungsraum	1,2	1,1	1,7	0	0	0	1,0	1,3		
Fassadenelement	4,9	0	1,0	0,7	0,5	0	2,0	0,4		
Sonstiger Raum	19,8	3,3	35,3	26,9	6,0	0	15,3	18,1		
Dachgeschoss	2,5	0	1,7	0,7	0,5	50,0	1,0	1,8		
Hohlraum - Decke	0	0	0,7	0,7	0	0	0	0,9		
Hohlraum - Doppelboden	0	0	0	0	0	0	0	0,9		
Hohlraum - Sonst. Hohlräume	0	0	1,4	0	0	0	2,0	0,9		
Ort unbekannt	2,5	0	0,7	0,7	0	0	3,1	9,3		
Mehrere Orte	6,2	2,2	0,3	2,8	1,1	0	1,0	4,4		
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

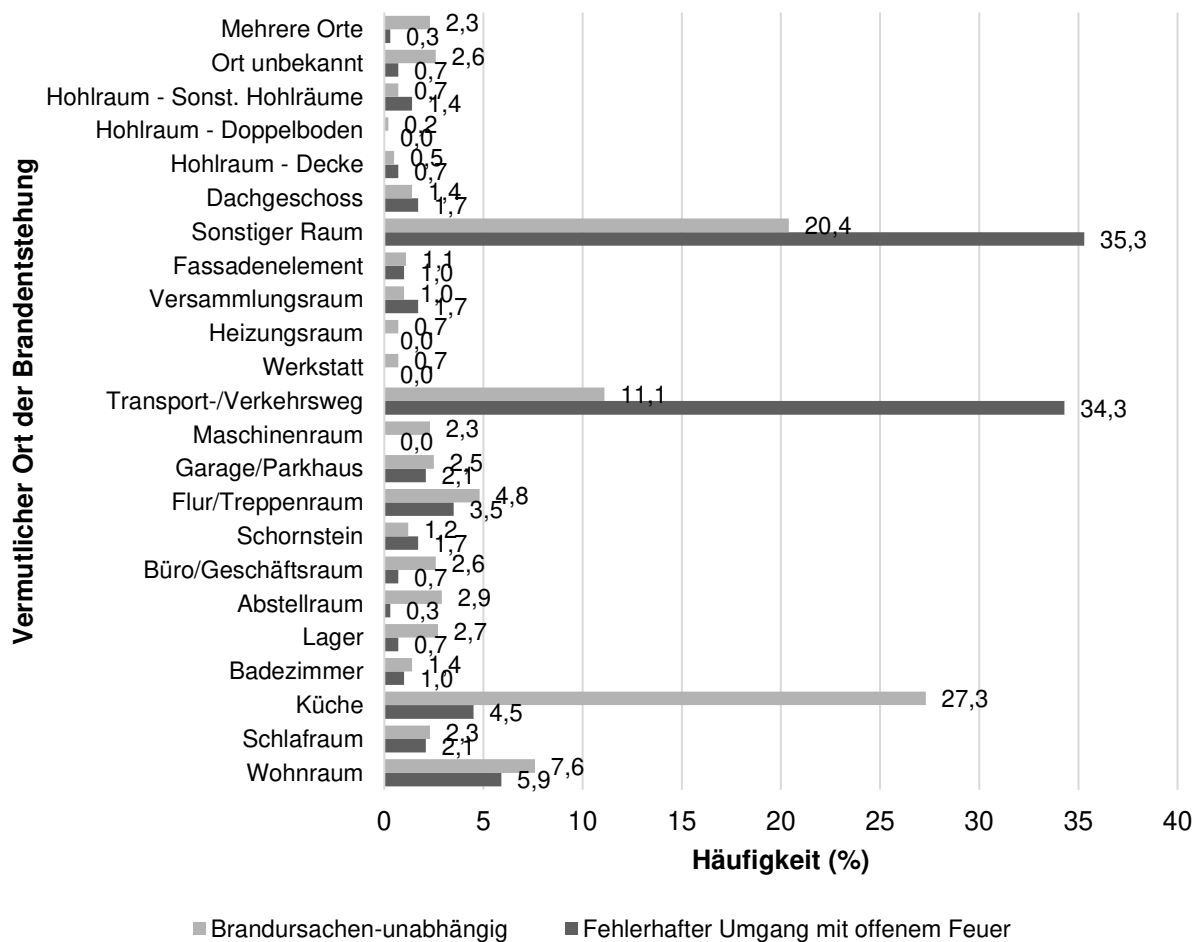


Bild 60: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung  
(Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)

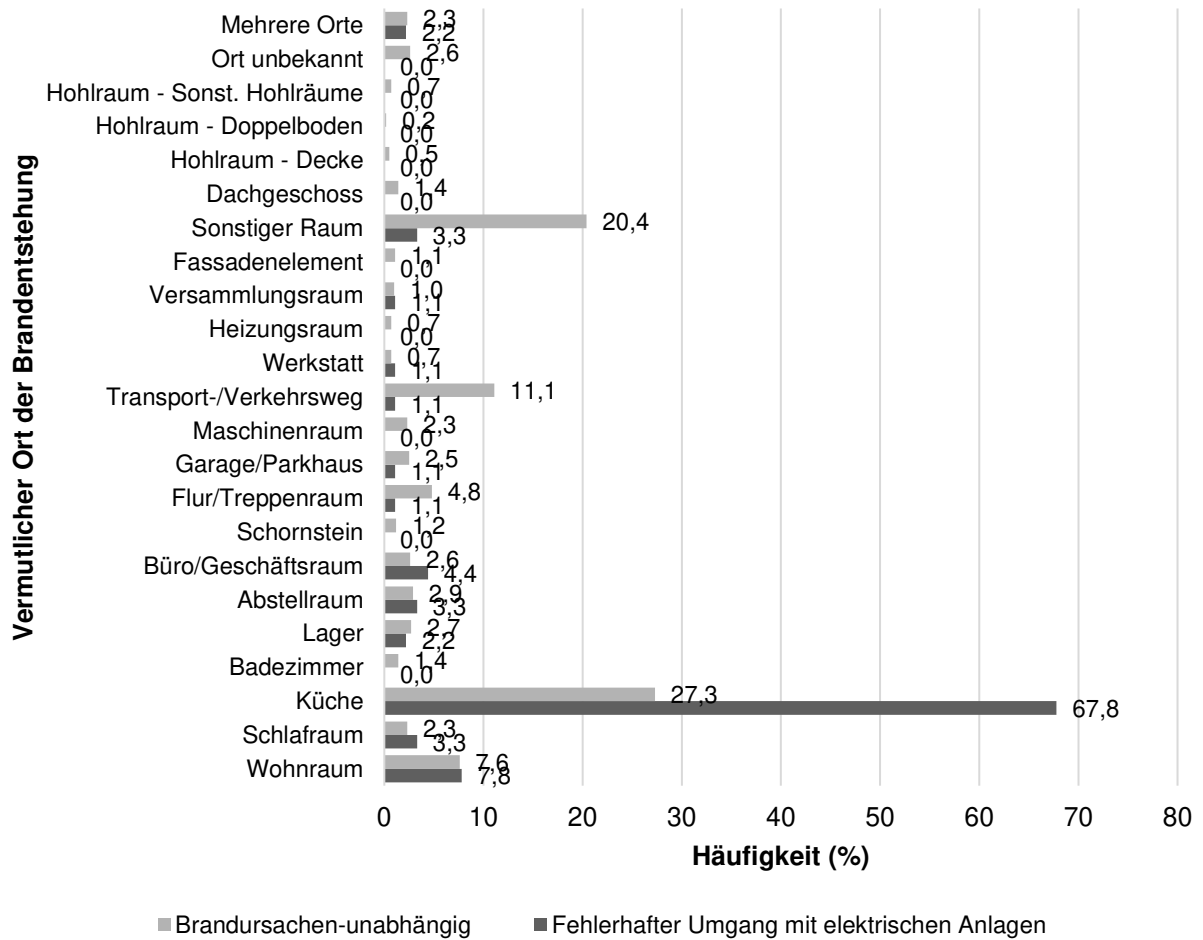


Bild 61: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung  
 (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)

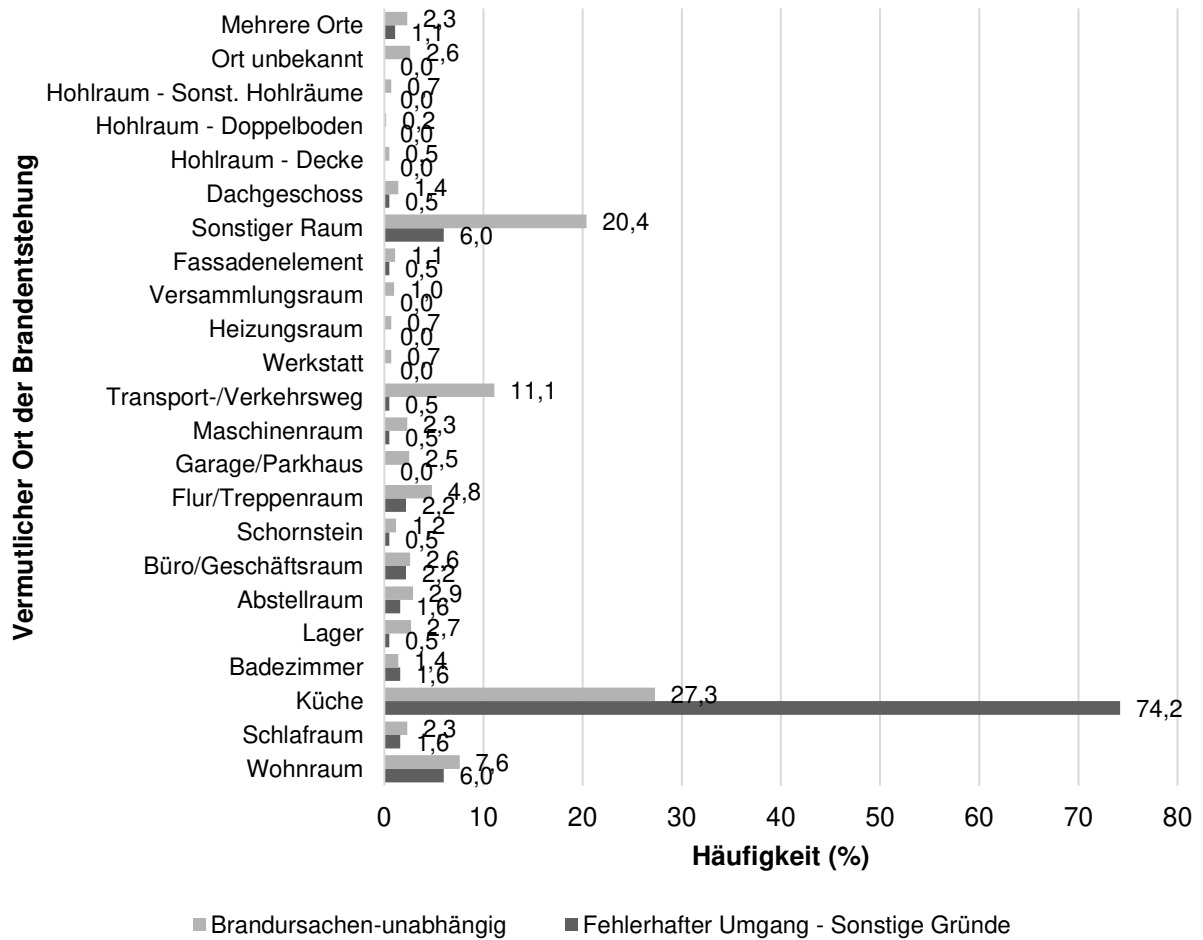


Bild 62: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung  
 (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)

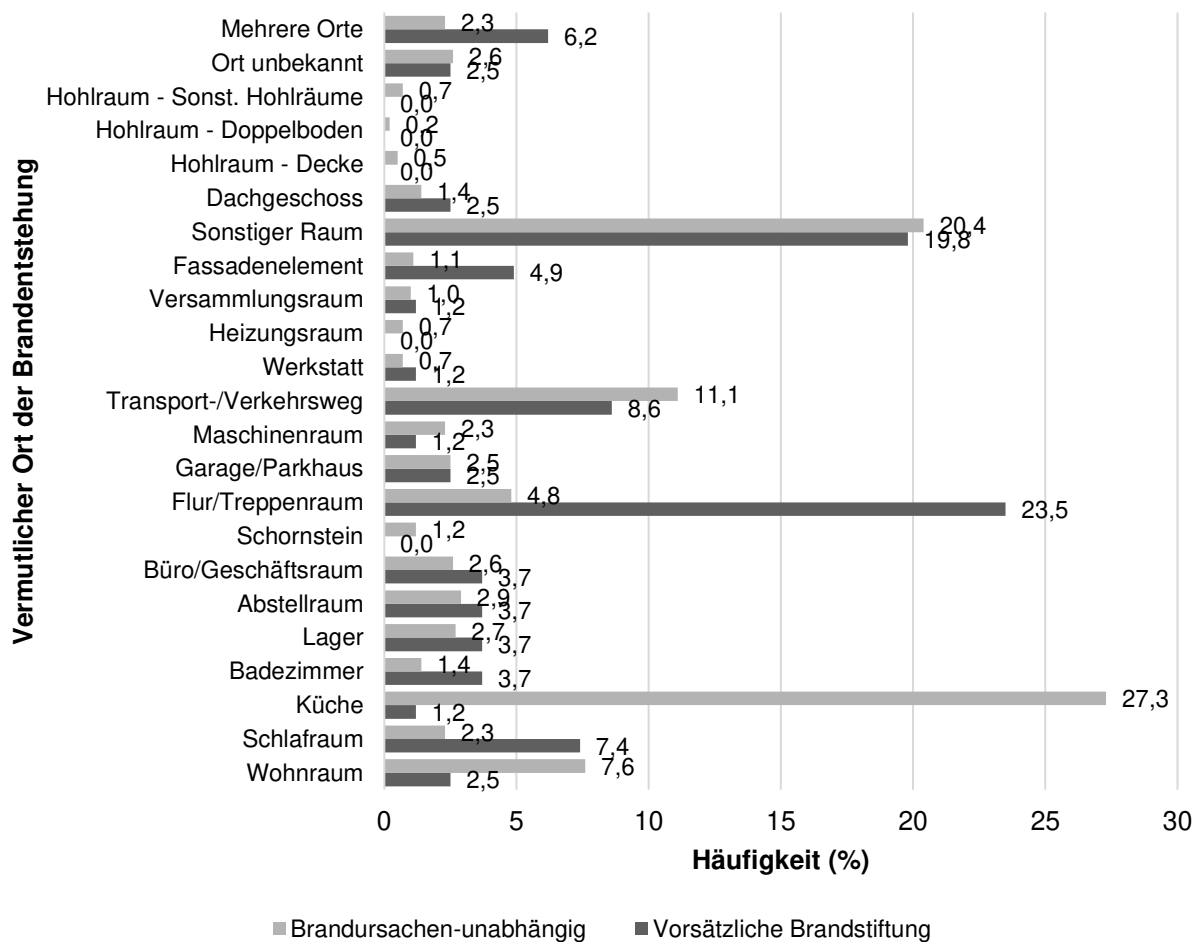


Bild 63: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung  
(Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung)

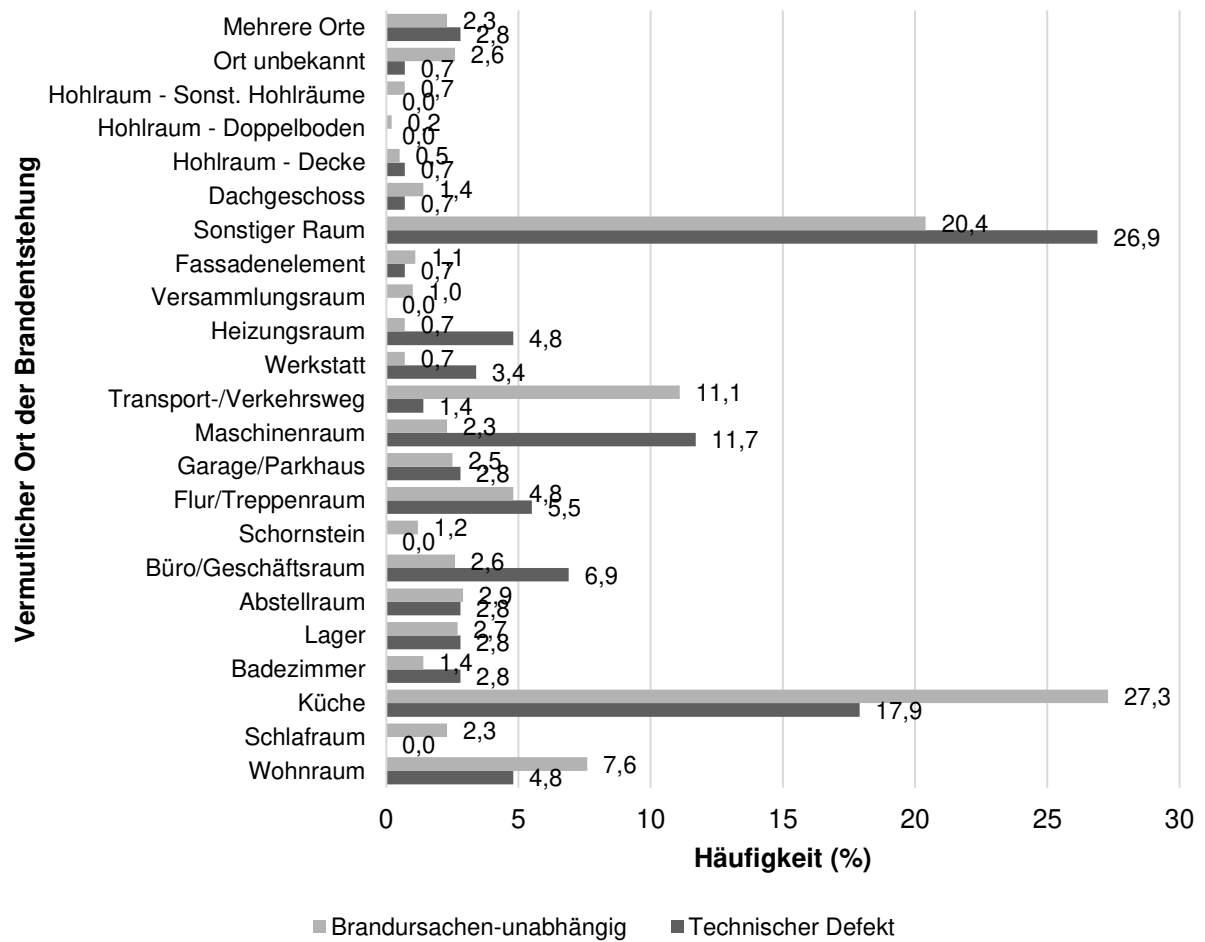


Bild 64: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung  
(Brandursache: technischer Defekt)

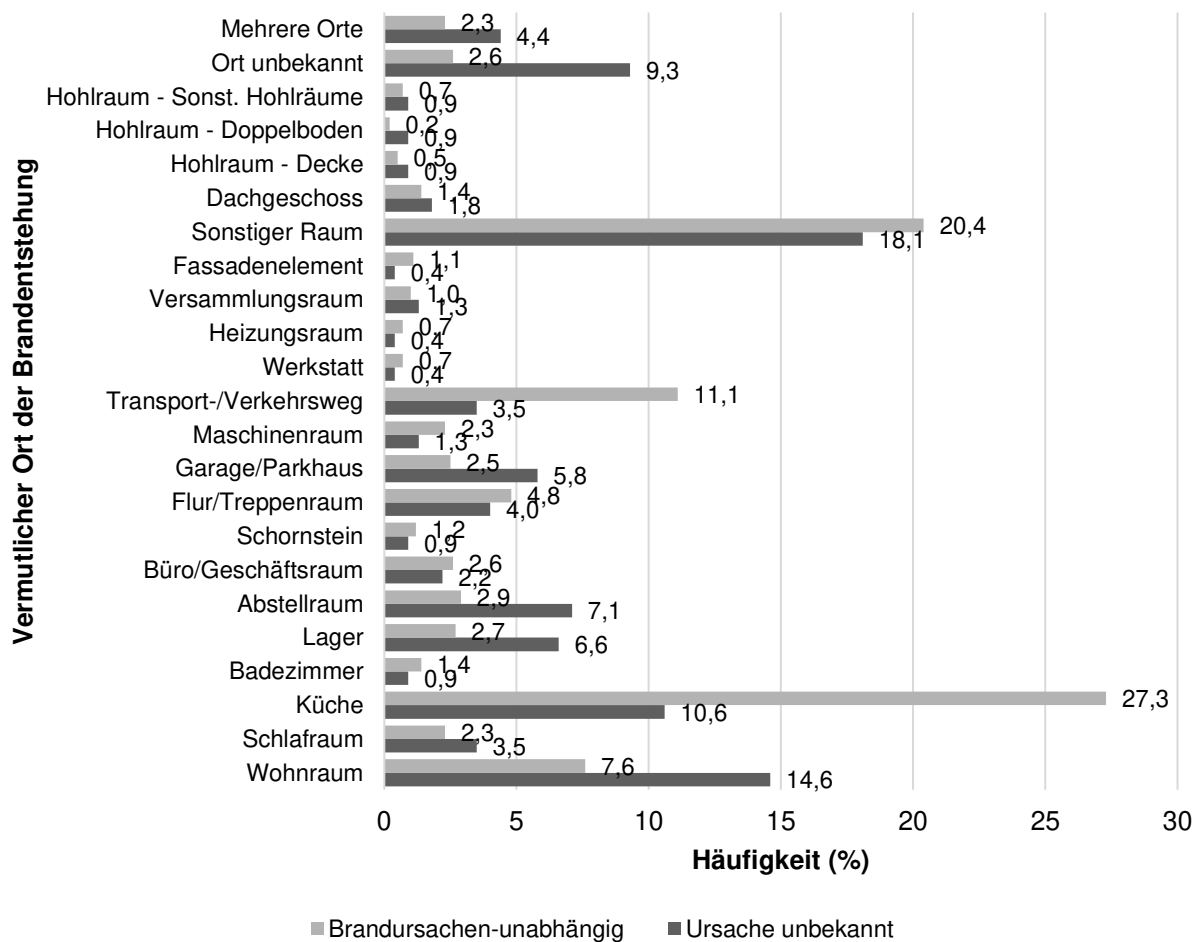


Bild 65: Häufigkeitsverteilung des vermutlichen Ortes der Brandentstehung  
(Brandursache unbekannt)

Tabelle 22: Absolute Häufigkeiten der Brandursachen in Abhängigkeit von der Brandbegrenzung

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)											Summe
	Brandbegrenzung											
	Gegenstand/ Gerät	einen Raum	mehrere Räume	Wohnung	ein Geschoss	mehrere Geschosse	einen Brandabschnitt	mehrere Brandabschnitte	Treppenraum	Gesamtgebäude	Übergriff auf andere Gebäude	
vorsätzliche Brandstiftung	79	18	2	1	2	3	0	1	3	0	0	109
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	68	14	6	1	0	0	0	0	1	0	0	90
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	260	21	6	0	3	0	0	0	0	2	0	292
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	148	27	0	4	0	0	0	0	0	2	0	181
Technischer Defekt	114	30	1	0	1	3	1	0	0	1	0	151
Umwelteinflüsse	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
Sonstige Ursache	79	13	2	1	1	1	3	0	0	0	0	100
Ursache unbekannt	107	77	15	8	9	4	5	1	2	12	1	241
<b>Summe</b>	<b>859</b>	<b>200</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>1.169</b>



Tabelle 23: Bedingte Häufigkeiten der Angaben zur Brandbegrenzung in Abhängigkeit von der Brandursache

Brandbegrenzung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)									
	Vermutete Ursache der Brandentstehung									
	Vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit Feuer	Fehlerhafter Umgang - sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt		
Gegenstand/Gerät	72,5	75,6	89,0	81,8	75,5	80,0	79,0	44,4		
einen Raum	16,5	15,6	7,2	14,9	19,9	0	13,0	32,0		
mehrere Räume	1,8	6,7	2,1	0	0,7	0	2,0	6,2		
Wohnung	0,9	1,1	0,0	2,2	0	0	1,0	3,3		
ein Geschoss	1,8	0	1,0	0	0,7	0	1,0	3,7		
mehrere Geschosse	2,8	0	0	0	2,0	0	1,0	1,7		
einen Brandabschnitt	0	0	0	0	0,7	20,0	3,0	2,1		
mehrere Brandabschnitte	0,9	0	0	0	0	0	0	0,4		
Treppenraum	2,8	1,1	0	0	0	0	0	0,8		
Gesamtgebäude	0	0	0,7	1,1	0,7	0	0	5,0		
Übergriff auf andere Gebäude	0	0	0	0	0	0	0	0,4		
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100		

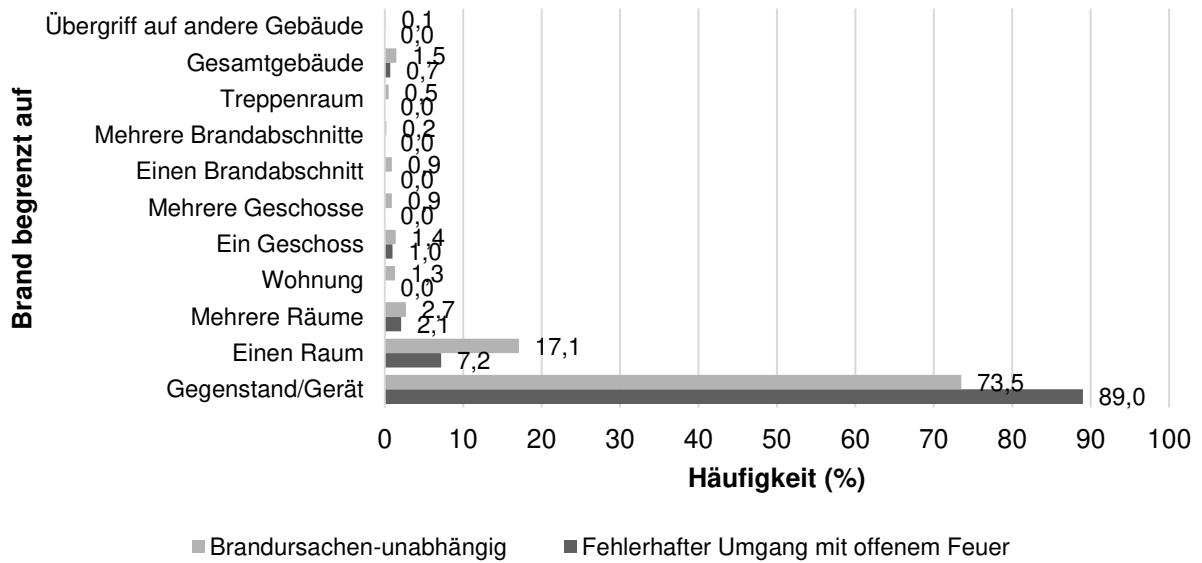


Bild 66: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)

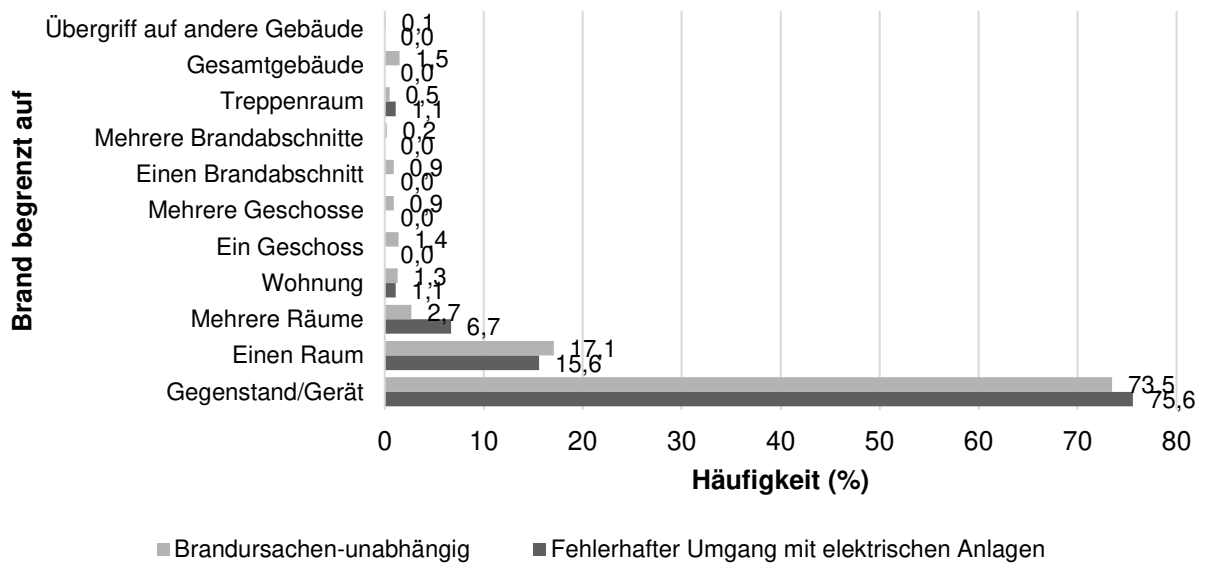


Bild 67: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)

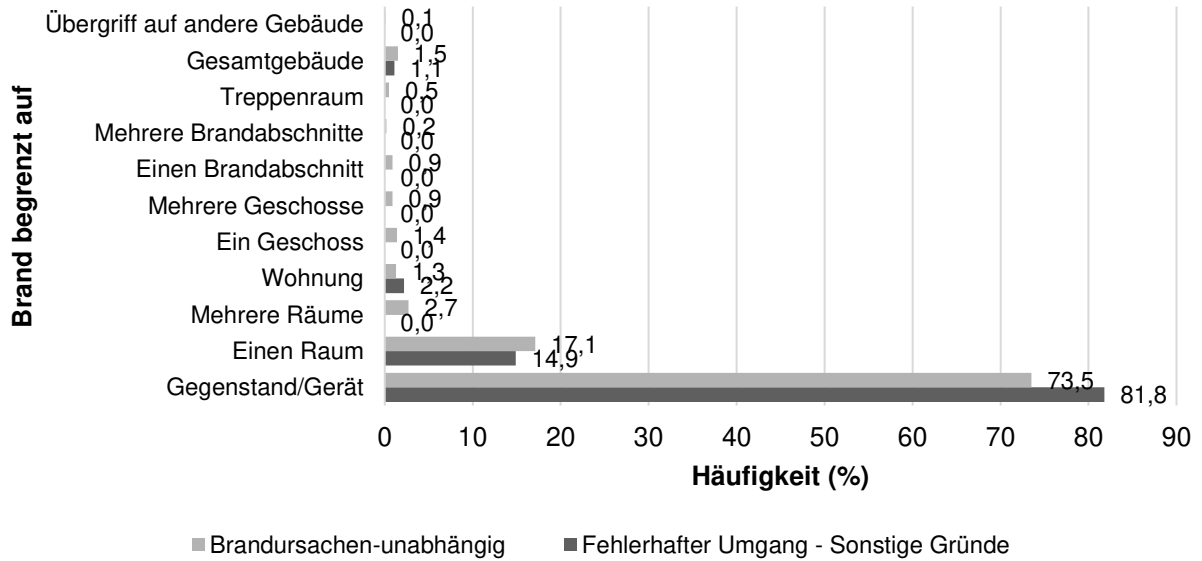


Bild 68: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)

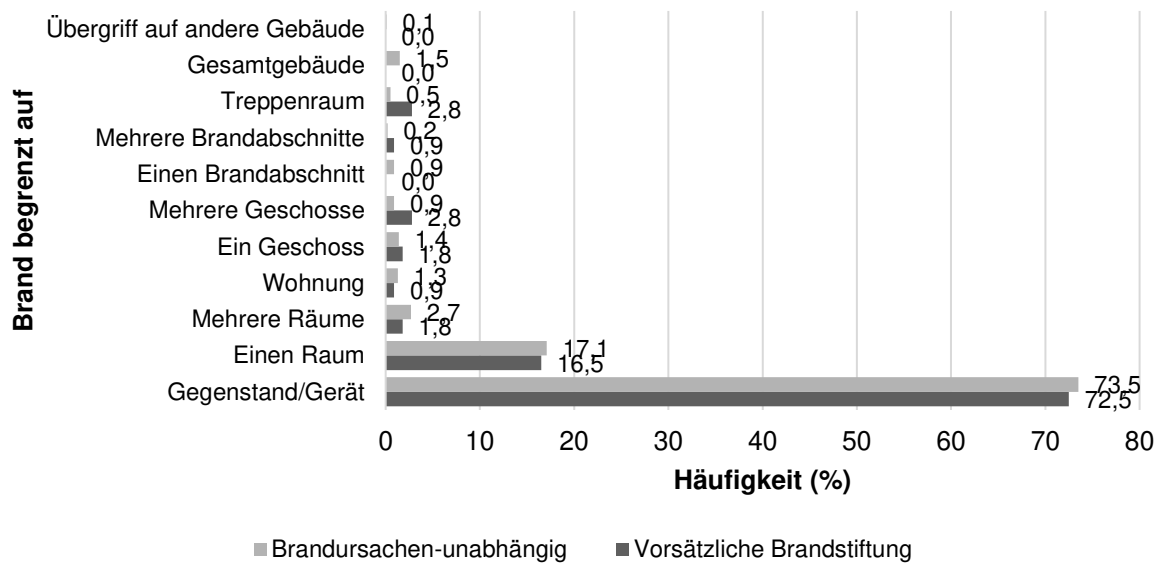


Bild 69: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung)

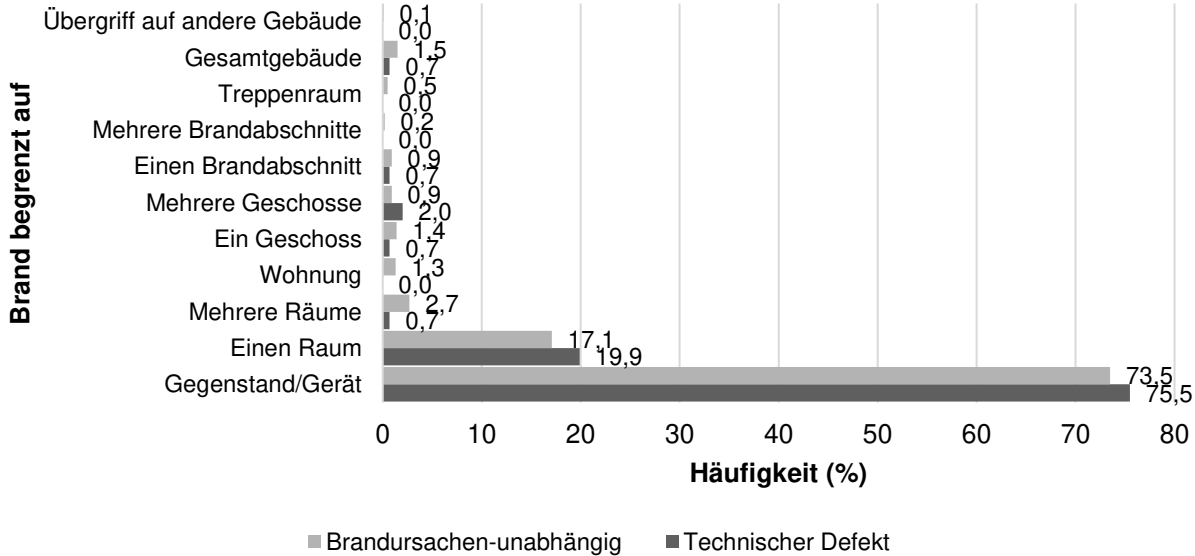


Bild 70: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: technischer Defekt)

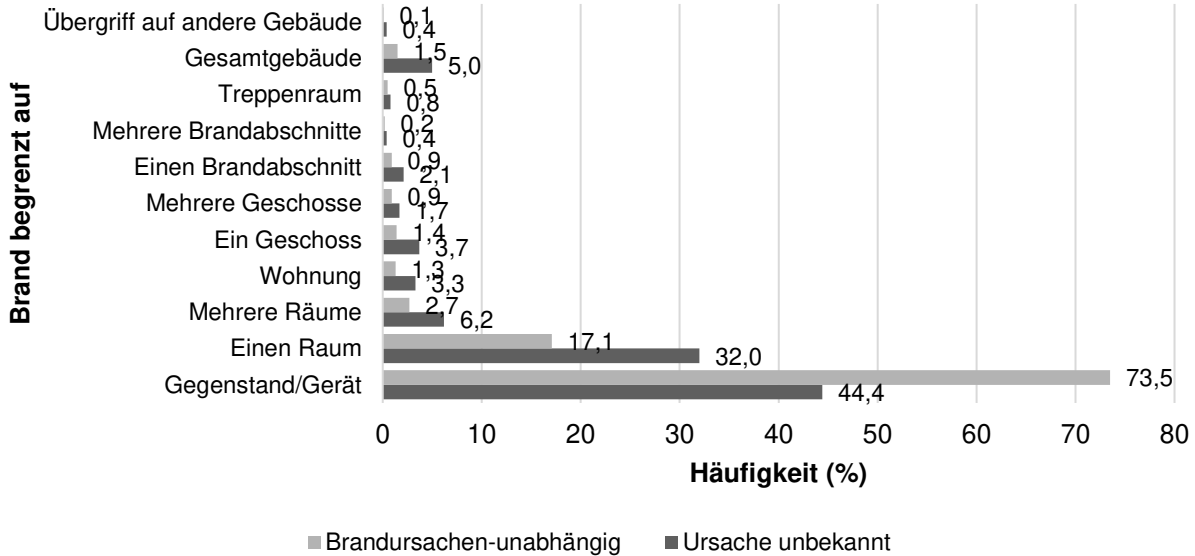


Bild 71: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Brandbegrenzung (Brandursache: unbekannt)

Tabelle 24: Absolute Häufigkeiten der Angaben zur Rauchausbreitung in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)							Summe
	Rauchausbreitung							
	Keine/nicht nennenswert	Raum, Schacht	Raumgruppe/ Wohnung	ganzes Geschoss	Treppenraum	Flur	mehrere Geschosse	
vorsätzliche Brandstiftung	49	15	9	6	7	4	12	102
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	35	16	28	3	4	3	1	90
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	228	20	15	5	5	9	4	286
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	51	42	64	4	5	6	2	174
Technischer Defekt	54	43	20	11	4	5	13	150
Umwelteinflüsse	4	1	0	0	0	0	0	5
Sonstige Ursache	50	26	14	2	5	1	0	98
Ursache unbekannt	60	44	47	26	25	6	23	231
<b>Summe</b>	531	207	197	57	55	34	55	1.136

Tabelle 25: Bedingte Häufigkeit der Angaben zur Rauchausbreitung in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache

Rauchausbreitung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)								
	Vermutete Ursache der Brandentstehung								
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt	Summe
Keine, nicht nennenswert	48,0	38,9	79,7	29,3	36,0	80,0	51,0	26,0	46,7
Raum, Schacht	14,7	17,8	7,0	24,1	28,7	20,0	26,5	19,0	18,2
Raumgruppe, Wohnung	8,8	31,1	5,2	36,8	13,3	0	14,3	20,3	17,3
ganzes Geschoss	5,9	3,3	1,7	2,3	7,3	0	2,0	11,3	5,0
Treppenraum	6,9	4,4	1,7	2,9	2,7	0	5,1	10,8	4,8
Flur	3,9	3,3	3,1	3,4	3,3	0	1,0	2,6	3,0
mehrere Geschosse	11,8	1,1	1,4	1,1	8,7	0	0	10,0	4,8
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

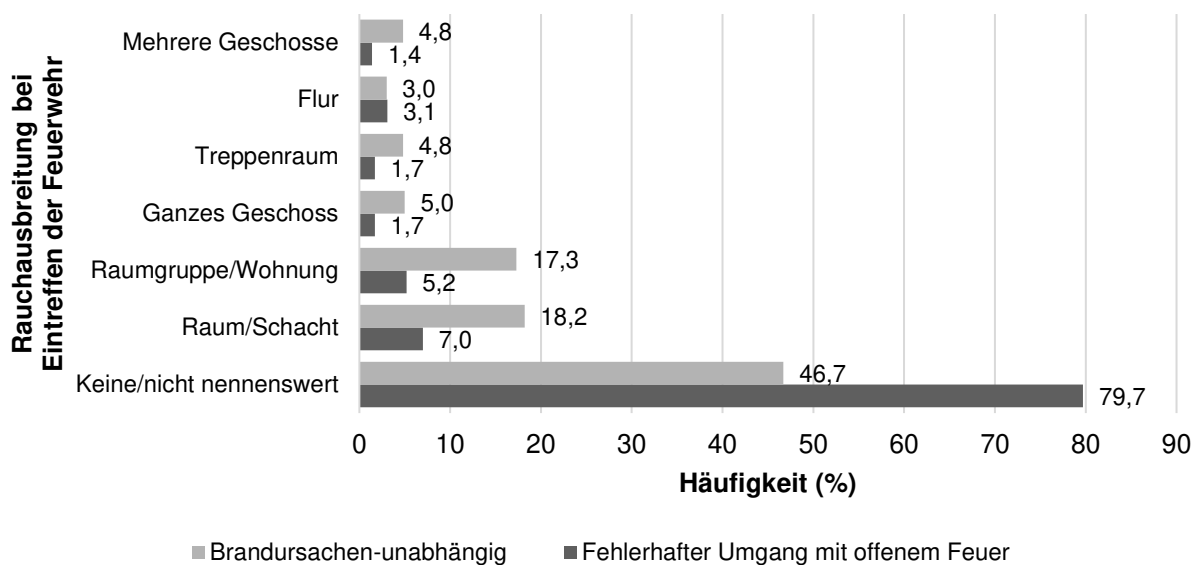


Bild 72: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)

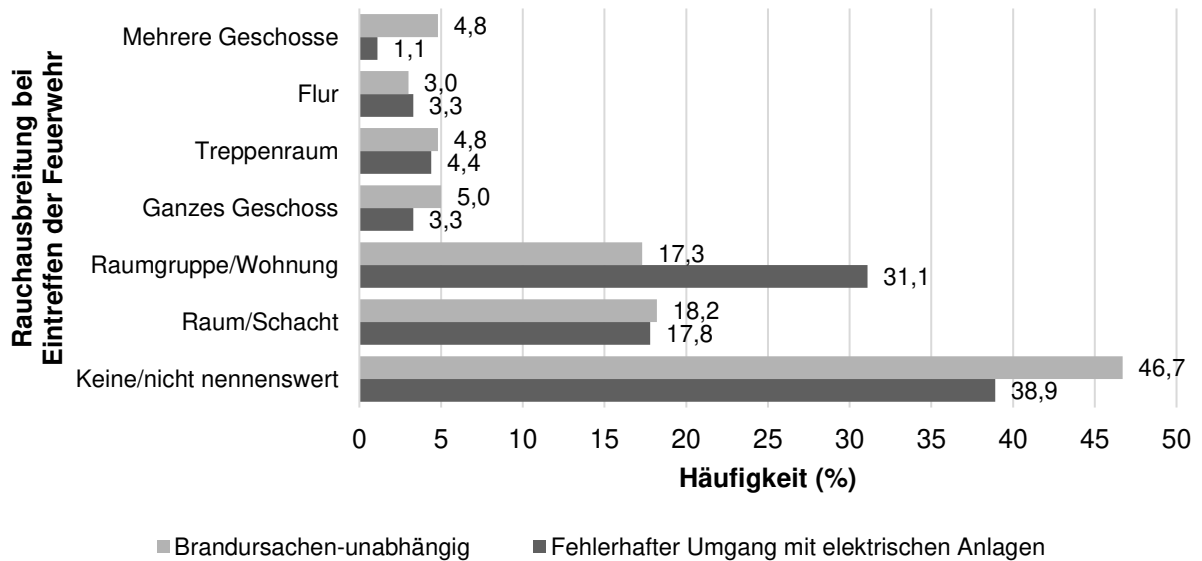


Bild 73: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)

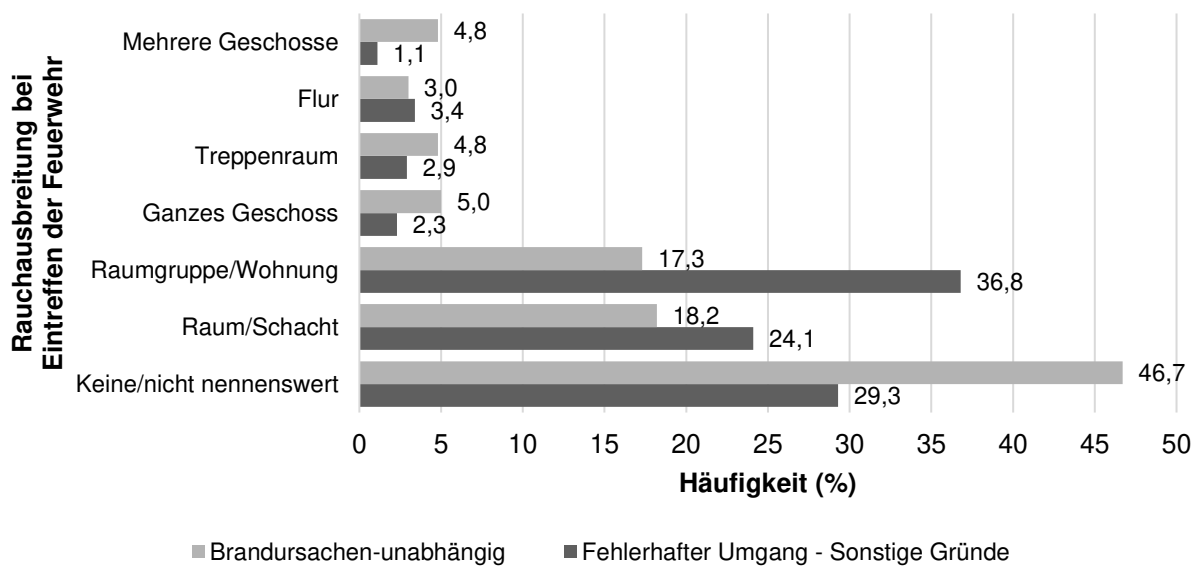


Bild 74: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)

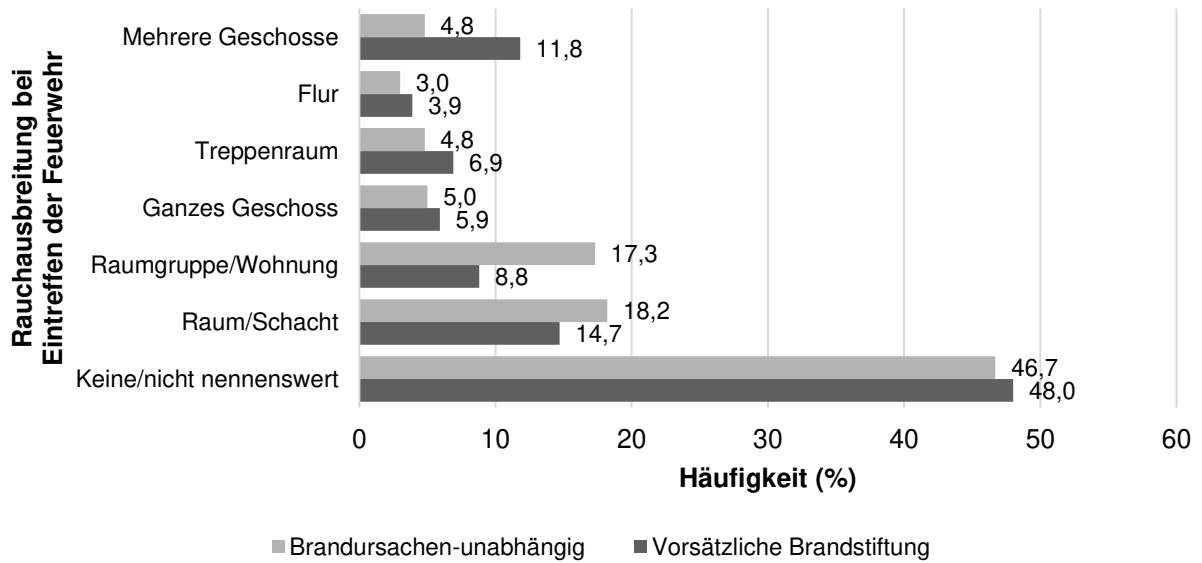


Bild 75: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung)

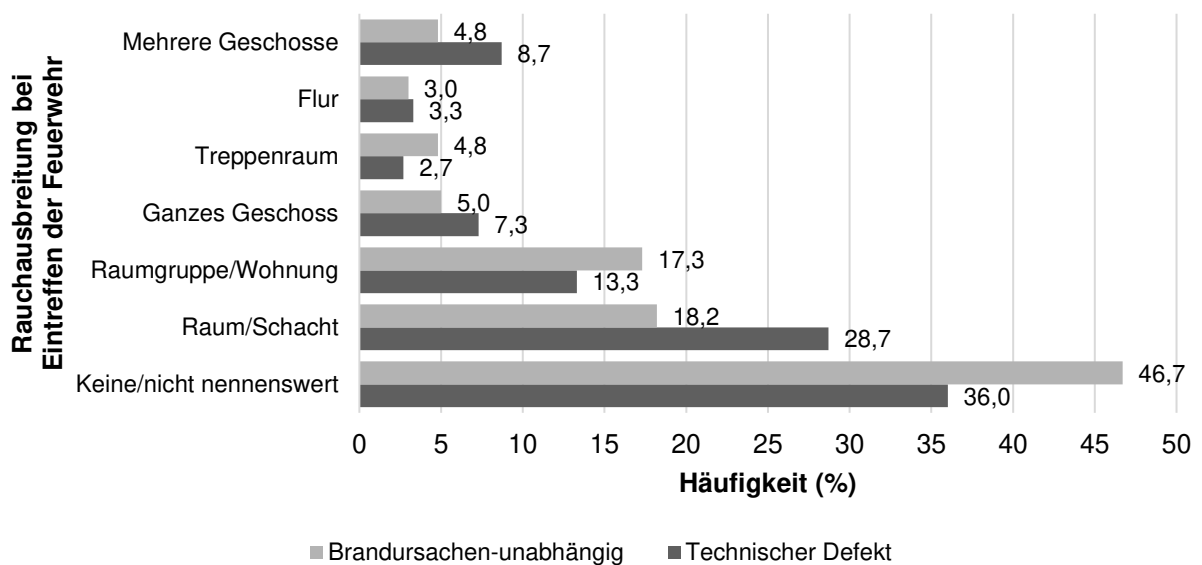


Bild 76: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: technischer Defekt)



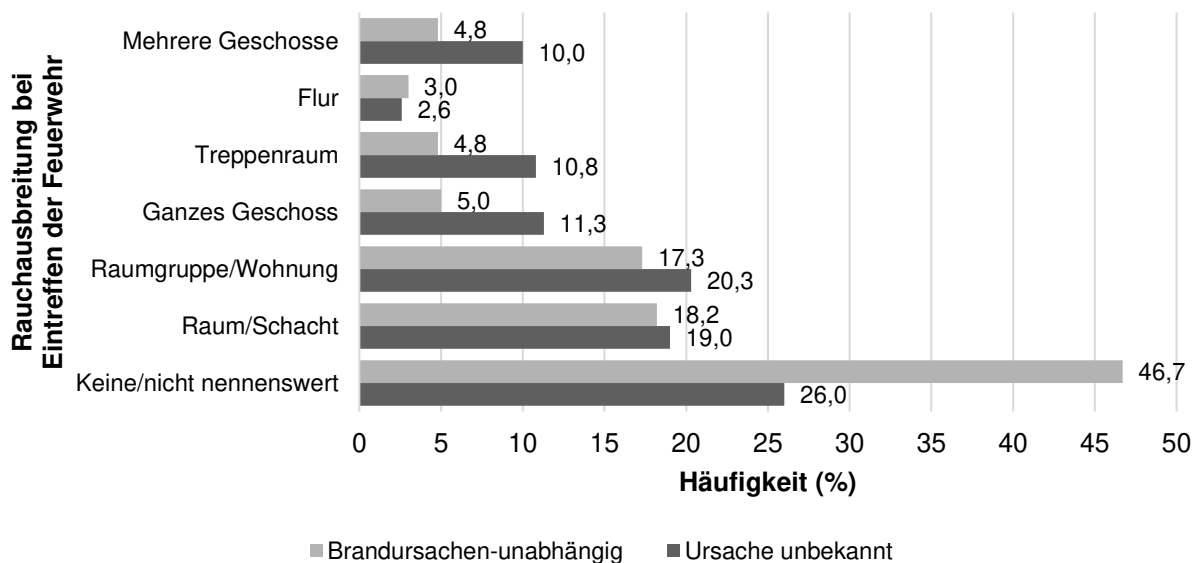


Bild 77: Häufigkeitsverteilung der Angaben zur Rauchausbreitung (Brandursache: unbekannt)

Tabelle 26: Häufigkeitsverteilung von Personenschäden (Todesfall/Verletzungs-Fall) in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)			
	Einsatz mit Todesfall	Anzahl Todesfälle	Einsatz mit verletzten Personen	Anzahl verletzter Personen
vorsätzliche Brandstiftung	0	0	9	17
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	0	0	6	6
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	1	1	11	14
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	0	0	24	32
Technischer Defekt	0	0	14	20
Umwelteinflüsse	0	0	0	0
Sonstige Ursache	0	0	4	7
Ursache unbekannt	6	7	39	119
<b>Summe</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>107</b>	<b>215</b>

Tabelle 27: Bedingte Häufigkeiten von Personenschäden (Todesfall/Verletzungsfall) in Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)			
	Personenschäden			
	Einsatz mit Todesfall	Anzahl Todesfälle	Einsatz mit verletzten Personen	Anzahl verletzter Personen
vorsätzliche Brandstiftung	0	0	8,4	7,9
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	0	0	5,6	2,8
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	14,3	12,5	10,3	6,5
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	0	0	22,4	14,9
Technischer Defekt	0	0	13,1	9,3
Umwelteinflüsse	0	0	0	0
Sonstige Ursache	0	0	3,7	3,3
Ursache unbekannt	85,7	87,5	36,4	55,3
<b>Summe</b>	100	100	100	100

Tabelle 28: Absolute Häufigkeiten der geschätzten Sachschäden je Gebäudebrand in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)						keine Angabe möglich	Summe
	Geschätzter Sachschaden							
	< 1.000 €	< 10.000 €	< 100.000 €	< 500.000 €	< 1.000.000 €	> 1.000.000 €		
vorsätzliche Brandstiftung	65	22	9	0	0	1	10	107
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	71	7	6	0	1	0	6	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	249	16	5	1	0	0	18	289
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	128	24	4	1	0	0	17	174
Technischer Defekt	73	38	17	4	0	0	14	146
Umwelteinflüsse	5	0	0	0	0	0	0	5
Sonstige Ursache	51	13	2	0	0	0	12	78
Ursache unbekannt	74	66	45	6	1	1	37	230
<b>Summe</b>	716	186	88	12	2	2	114	1120

Tabelle 29: Bedingte Häufigkeit der geschätzten Sachschäden je Gebäudebrandeinsatz  
in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung

Geschätzter Sachschaden (EUR)	Vermutete Ursache der Brandentstehung Bedingte Häufigkeit (Prozent)								Summe
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt	
< 1.000 €	60,7	78,0	86,2	73,6	50,0	100	65,4	32,2	63,9
< 10.000 €	20,6	7,7	5,5	13,8	26,0	0	16,7	28,7	16,6
< 100.000 €	8,4	6,6	1,7	2,3	11,6	0	2,6	19,6	7,9
< 500.000 €	0	0	0,3	0,6	2,7	0	0	2,6	1,1
< 1.000.000 €	0	1,1	0	0	0	0	0	0,4	0,2
> 1.000.000 €	0,9	0	0	0	0	0	0	0,4	0,2
keine Angabe möglich	9,3	6,6	6,2	9,8	9,6	0	15,4	16,1	10,2
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

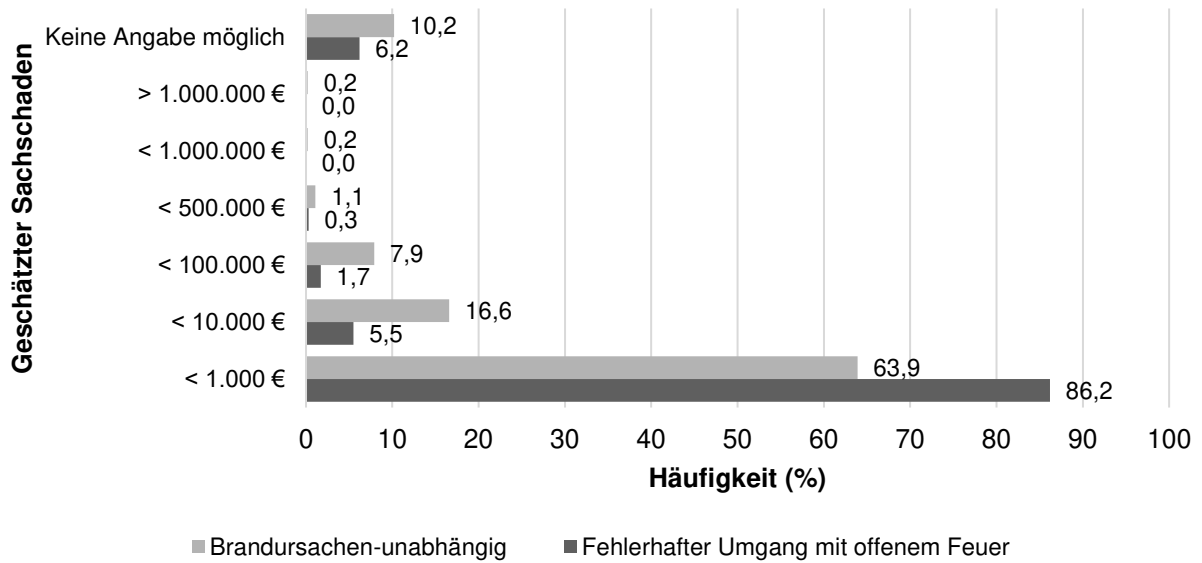


Bild 78: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)

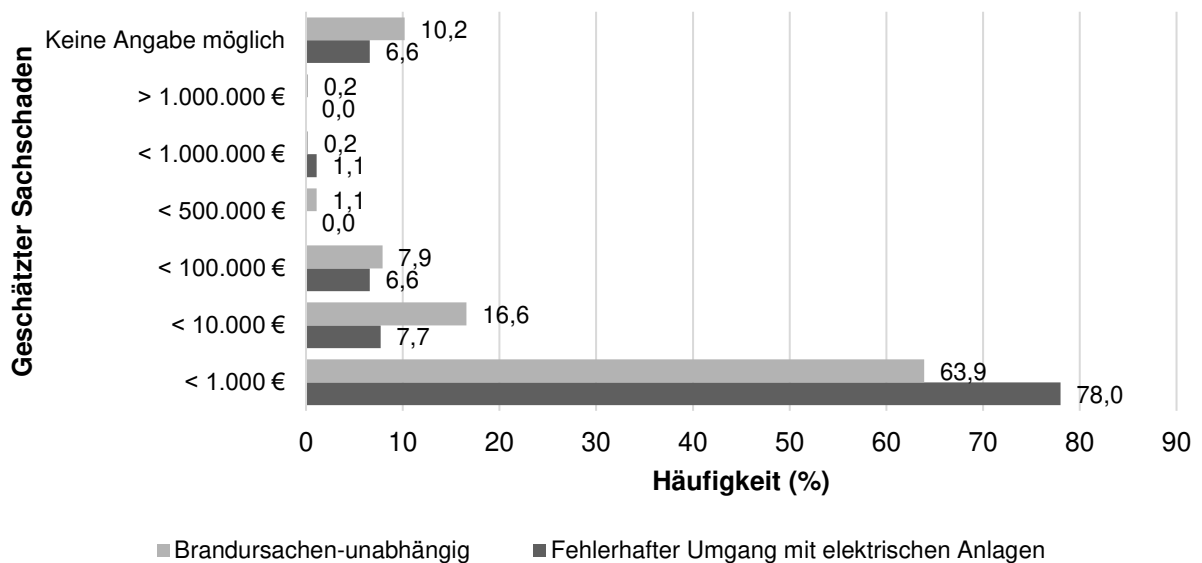


Bild 79: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)

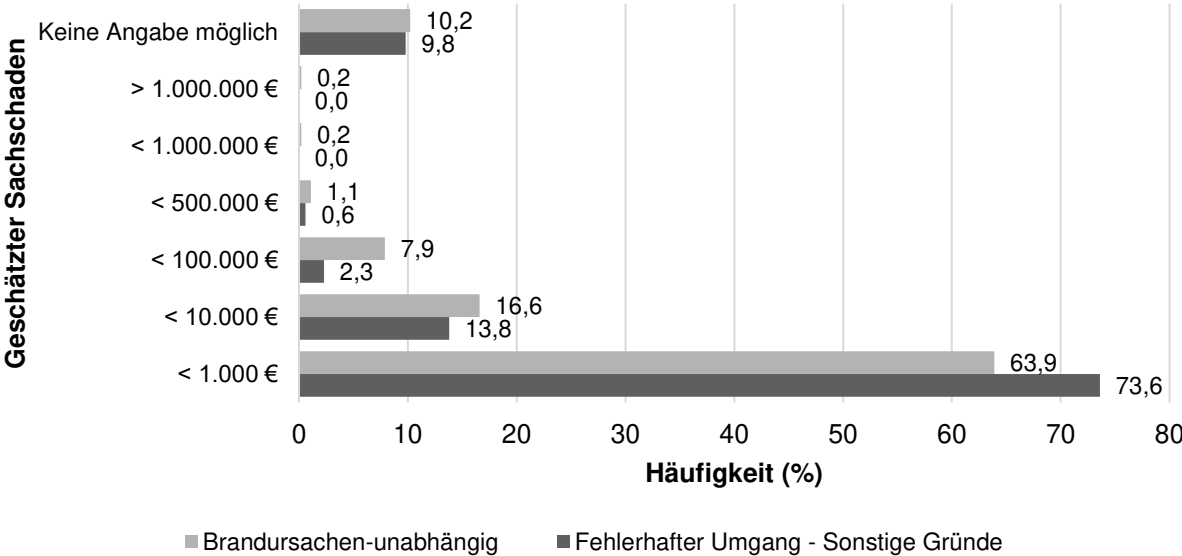


Bild 80: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)

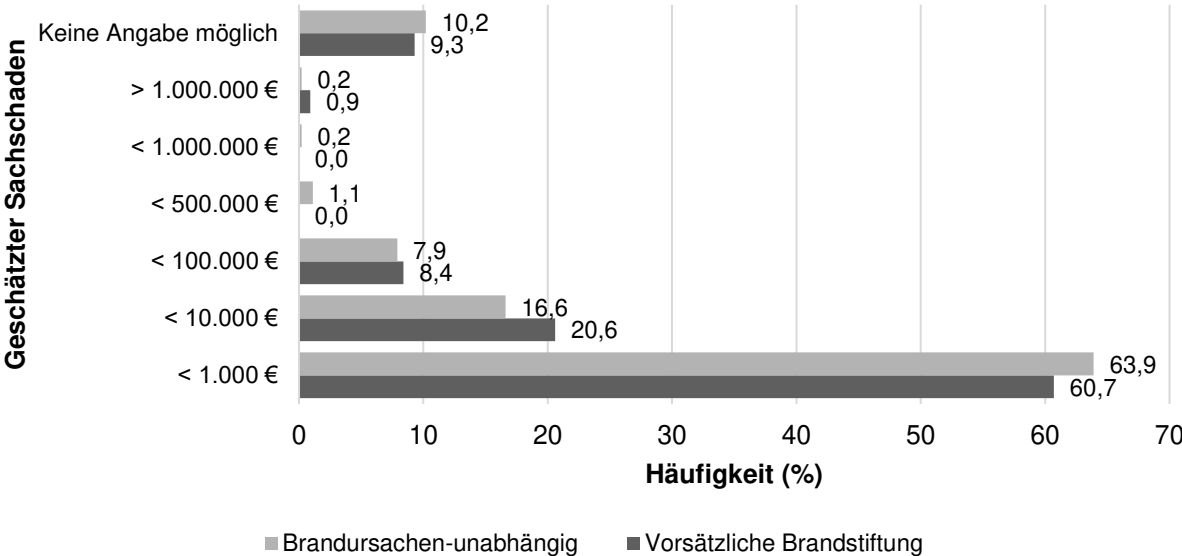


Bild 81: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung)

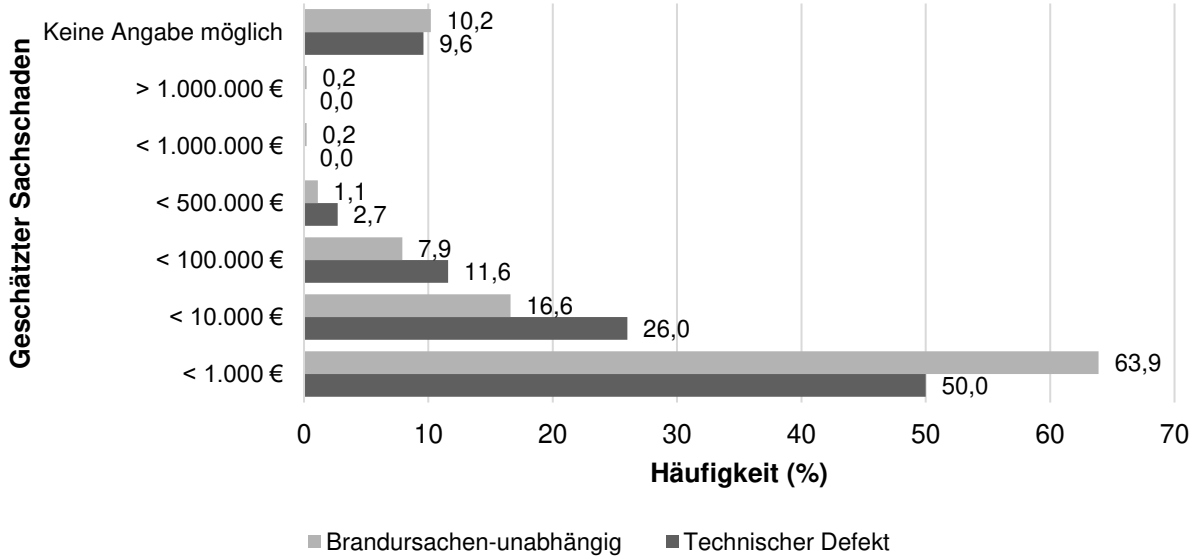


Bild 82: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: technischer Defekt)

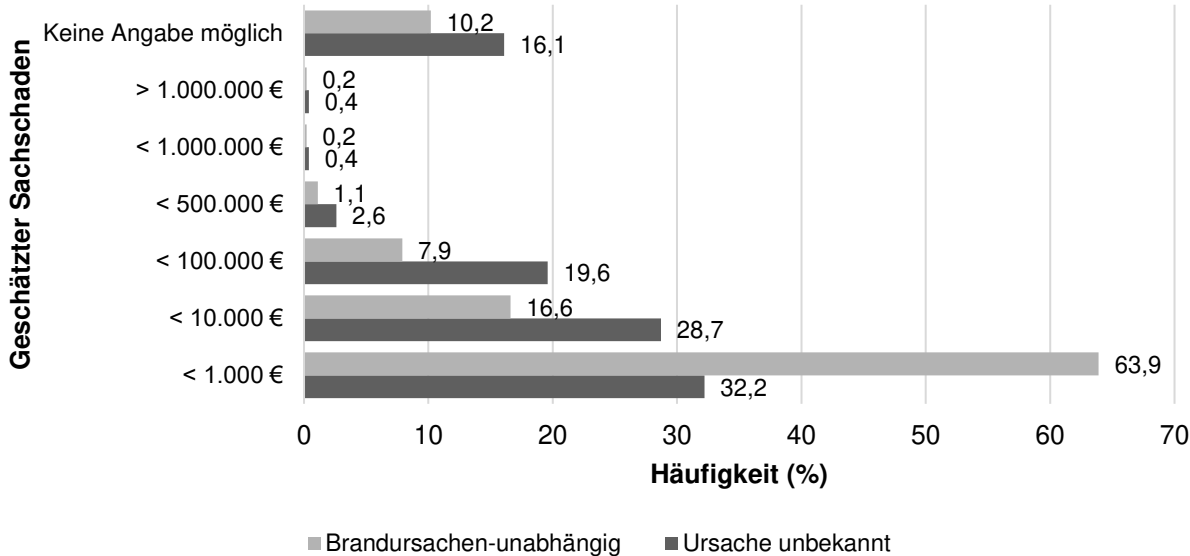


Bild 83: Häufigkeitsverteilung der Sachschaden-Höhen (Brandursache: unbekannt)

Tabelle 30: Häufigkeitsverteilung der Brandursache in Abhängigkeit von den Fällen, bei denen der Brand vor Eintreffen der Feuerwehr bereits gelöscht war

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)					Summe
	Brand vor Eintreffen gelöscht durch					
	Feuerlöscher	Wandhydrant	automatische Löschanlage	Selbsterlöschten	Grund unbekannt	
vorsätzliche Brandstiftung	6	0	0	6	9	21
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	3	0	0	28	14	45
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	21	3	0	14	55	93
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	10	0	1	39	54	104
Technischer Defekt	13	3	0	34	9	59
Umwelteinflüsse	1	0	0	0	0	1
Sonstige Ursache	5	0	1	26	13	45
Ursache unbekannt	11	1	0	8	26	46
<b>Summe</b>	70	7	2	155	180	414



Tabelle 31: Bedingte Häufigkeiten der Fälle, bei denen der Brand vor Eintreffen der Feuerwehr bereits gelöscht war – in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung

Brand vor Eintreffen gelöscht durch	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	Vermutliche Ursache der Brandentstehung							
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt
Feuerlöscher	28,6	6,7	22,6	9,6	22,0	100,0	11,1	23,9
Wandhydrant	0	0	3,2	0	5,1	0	0	2,2
automatische Löschanlage	0	0	0	1,0	0	0	2,2	0
Selbsterlöschen	28,6	62,2	15,1	37,5	57,6	0	57,8	17,4
Grund unbekannt	42,9	31,1	59,1	51,9	15,3	0	28,9	56,5
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100

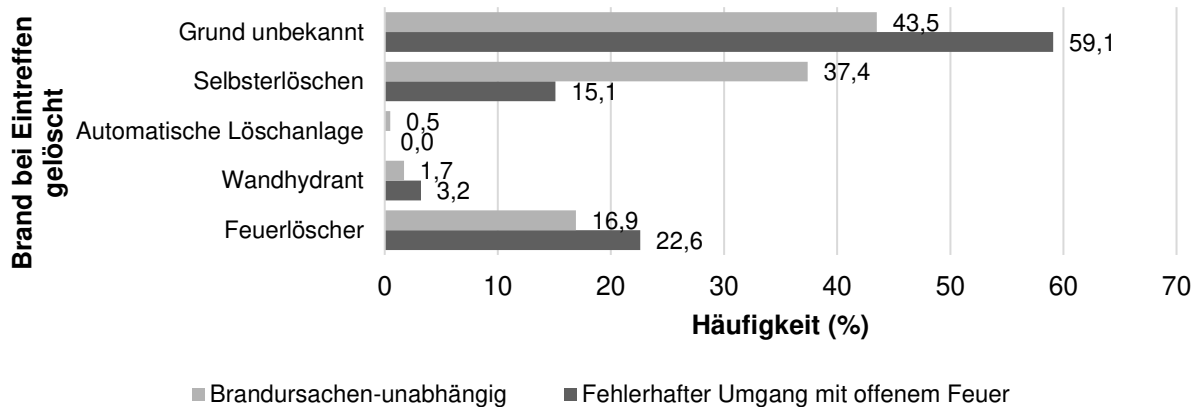


Bild 84: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)

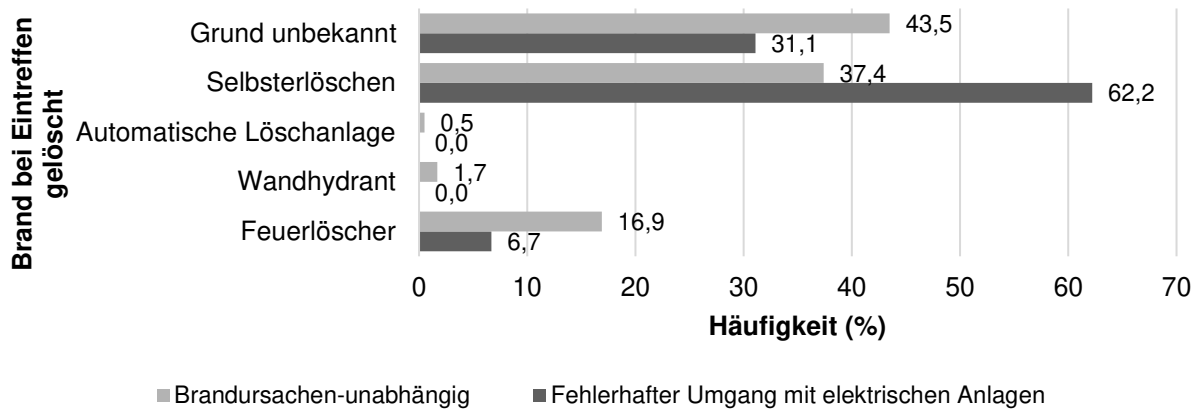


Bild 85: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)

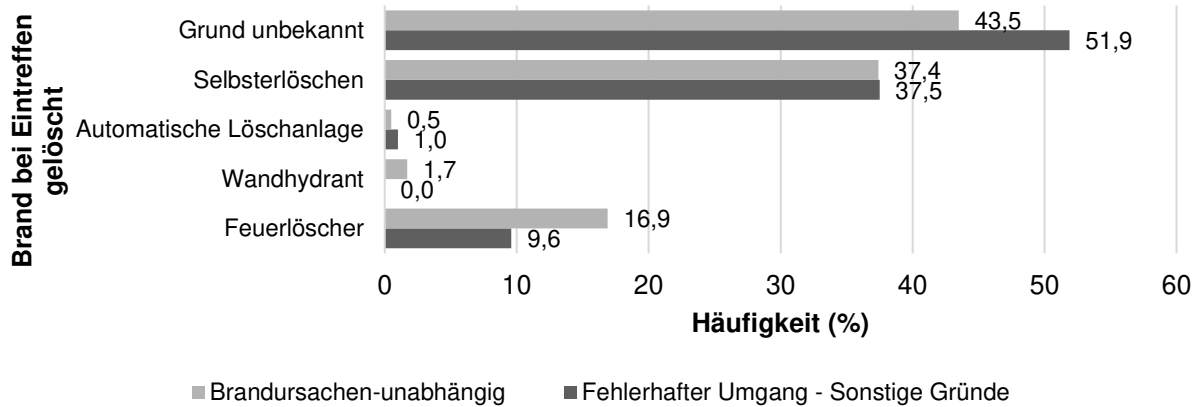


Bild 86: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)

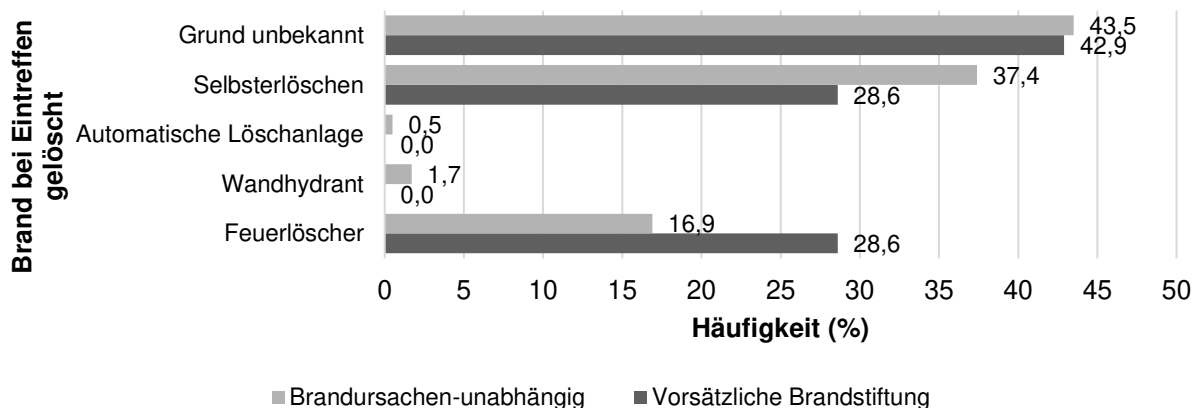


Bild 87: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung)

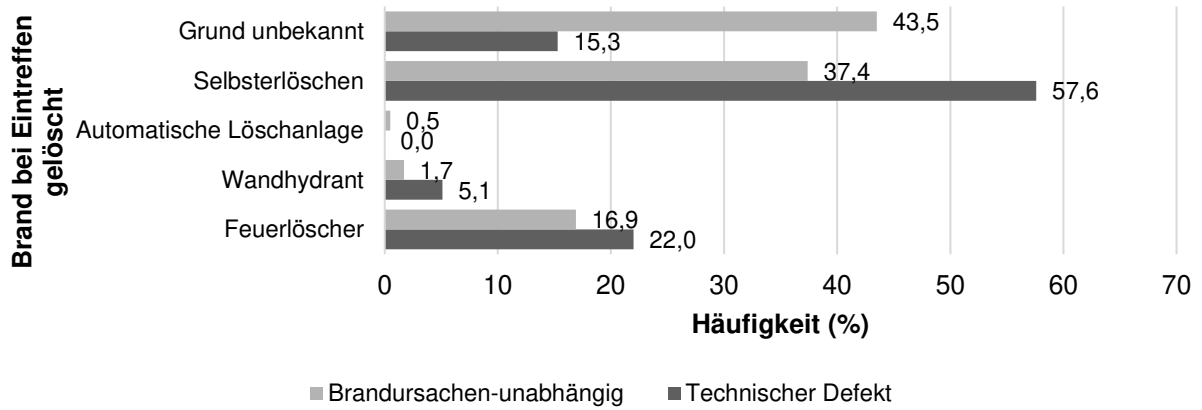


Bild 88: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: technischer Defekt)

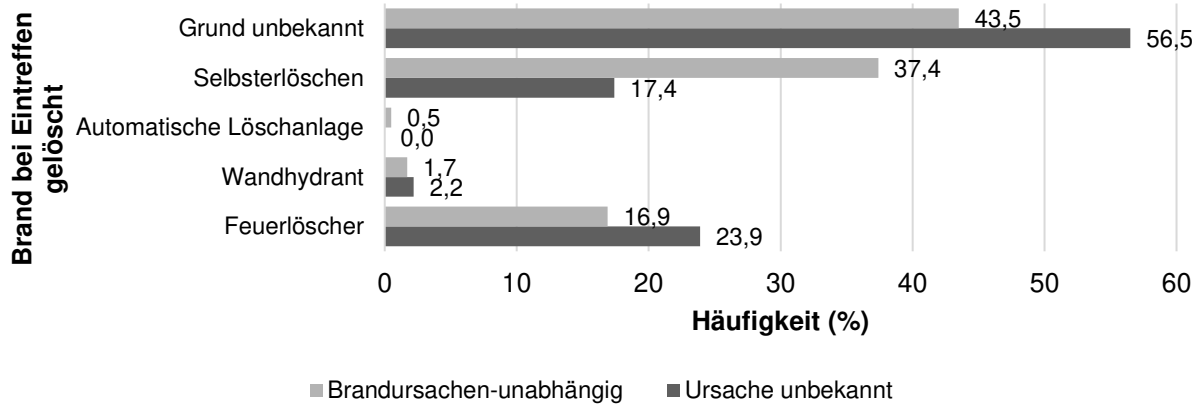


Bild 89: Häufigkeitsverteilung der Gründe für bereits gelöschte Brände (Brandursache: unbekannt)

Tabelle 32: Häufigkeitsverteilung der erforderlichen Löschwasser-Menge in  
Abhängigkeit von der vermuteten Brandursache

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)				Summe
	kein Lösch- wasser	weniger als 500 Liter	weniger als 2.500 Liter	mehr als 2.500 Liter	
vorsätzliche Brandstiftung	21	60	20	6	107
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	61	23	5	2	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	95	185	5	5	290
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	123	53	2	2	180
Technischer Defekt	72	48	20	4	144
Umwelteinflüsse	2	2	1	0	5
Sonstige Ursache	49	34	8	2	93
Ursache unbekannt	43	96	69	35	243
<b>Summe</b>	466	501	130	56	1.153

Tabelle 33: Bedingte Häufigkeiten der notwendigen Löschwasser-Menge in  
Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung

Menge des eingesetzten Löschwassers	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	Vermutliche Ursache der Brandentstehung							
	Vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt
kein Löschwasser	19,6	67,0	32,8	68,3	50,0	40,0	52,7	17,7
weniger als 500 Liter	56,1	25,3	63,8	29,4	33,3	40,0	36,6	39,5
weniger als 2.500 Liter	18,7	5,5	1,7	1,1	13,9	20,0	8,6	28,4
mehr als 2.500 Liter	5,6	2,2	1,7	1,1	2,8	0,0	2,2	14,4
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

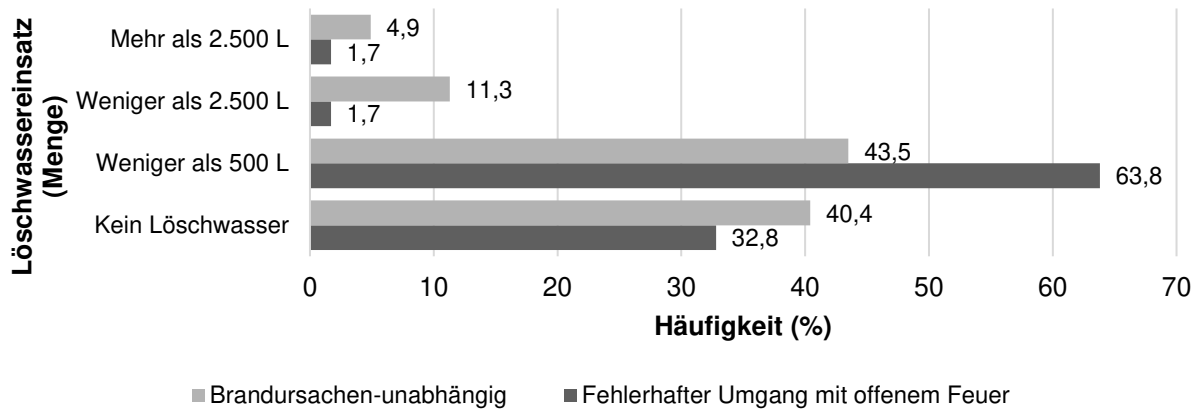


Bild 90: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer)

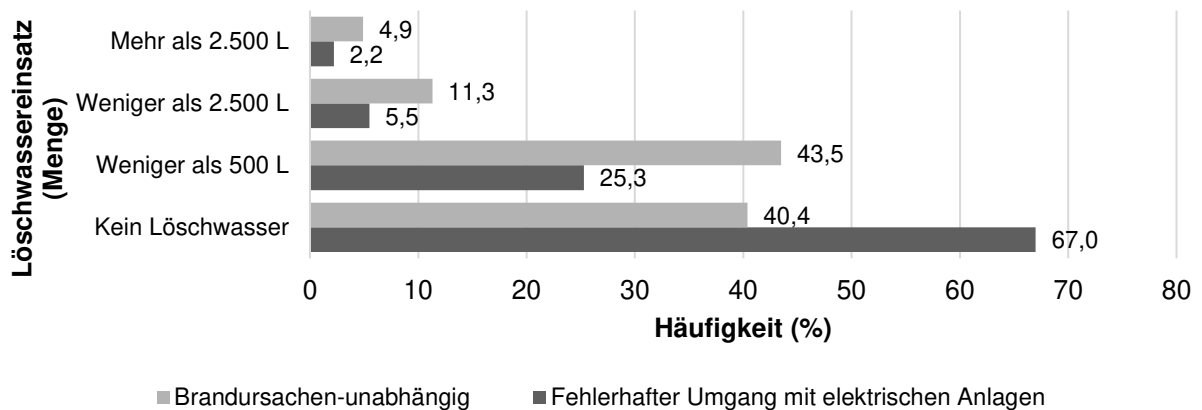


Bild 91: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen)

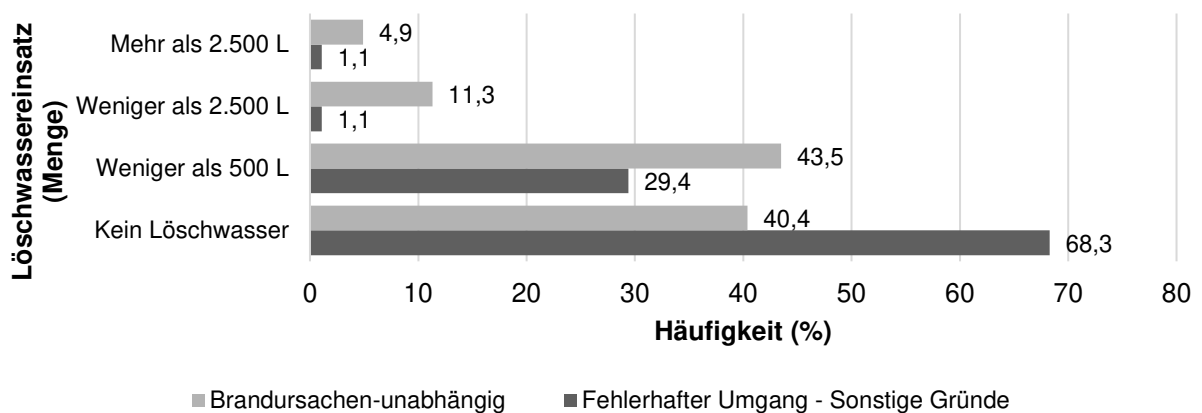


Bild 92: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen)

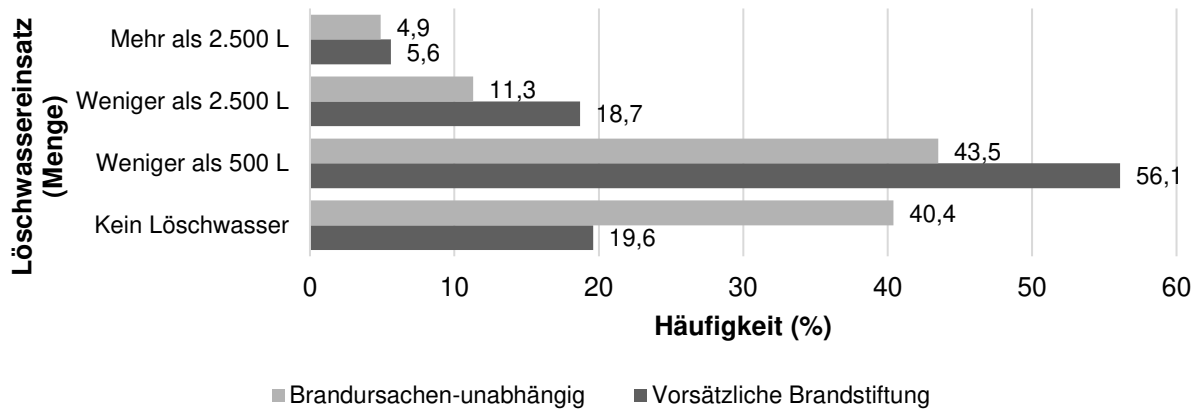


Bild 93: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: vorsätzliche Brandstiftung)

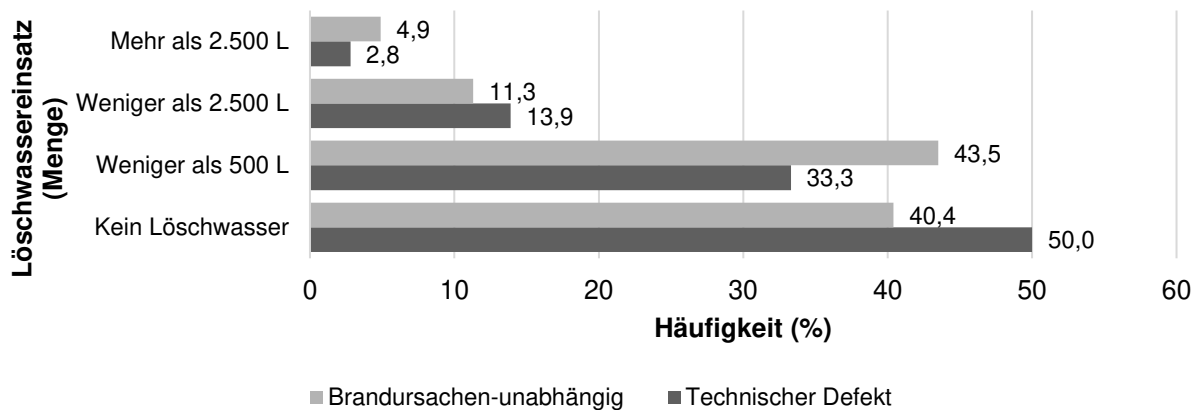


Bild 94: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: technischer Defekt)

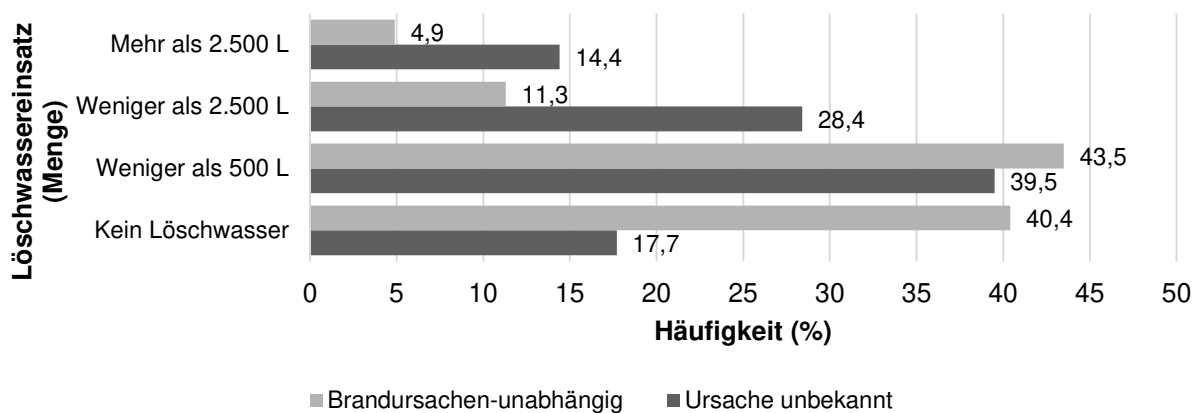


Bild 95: Häufigkeitsverteilung der Menge an benötigtem Löschwasser (Brandursache: unbekannt)

Tabelle 34: Absolute Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung in Abhängigkeit vom Meldeweg

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)						Summe
	Meldeweg bei tatsächlichem Brandereignis						
	Festnetztelefon	Mobiltelefon	BMA - automatischer Brandmelder	BMA - Handfeuer- melder	Auslösung automatische Löschanlage	Sonstige Alarmierung	
vorsätzliche Brandstiftung	47	43	7	0	0	3	100
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	38	23	21	0	3	2	87
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	41	214	32	1	1	2	291
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	71	55	40	0	0	4	170
Technischer Defekt	53	41	45	0	0	3	142
Umwelteinflüsse	0	4	0	0	0	0	4
Sonstige Ursache	39	34	22	0	1	3	99
Ursache unbekannt	108	89	21	1	0	3	222
<b>Summe</b>	397	503	188	2	5	20	1.115

Tabelle 35: Bedingte Häufigkeit des Meldewegs in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung

Meldeweg bei realem Brandereignis	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	Vermutliche Ursache der Brandentstehung							
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt
Festnetztelefon	47,0	43,7	14,1	41,8	37,3	0	39,4	48,6
Mobiltelefon	43,0	26,4	73,5	32,4	28,9	100,0	34,3	40,1
BMA - automatischer Brandmelder	7,0	24,1	11,0	23,5	31,7	0	22,2	9,5
BMA - Handfeuermelder	0	0	0,3	0	0	0	0	0,5
Auslösung automatische Löschanlage	0	3,4	0,3	0	0	0	1,0	0
Sonstige Alarmierung	3,0	2,3	0,7	2,4	2,1	0	3,0	1,4
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

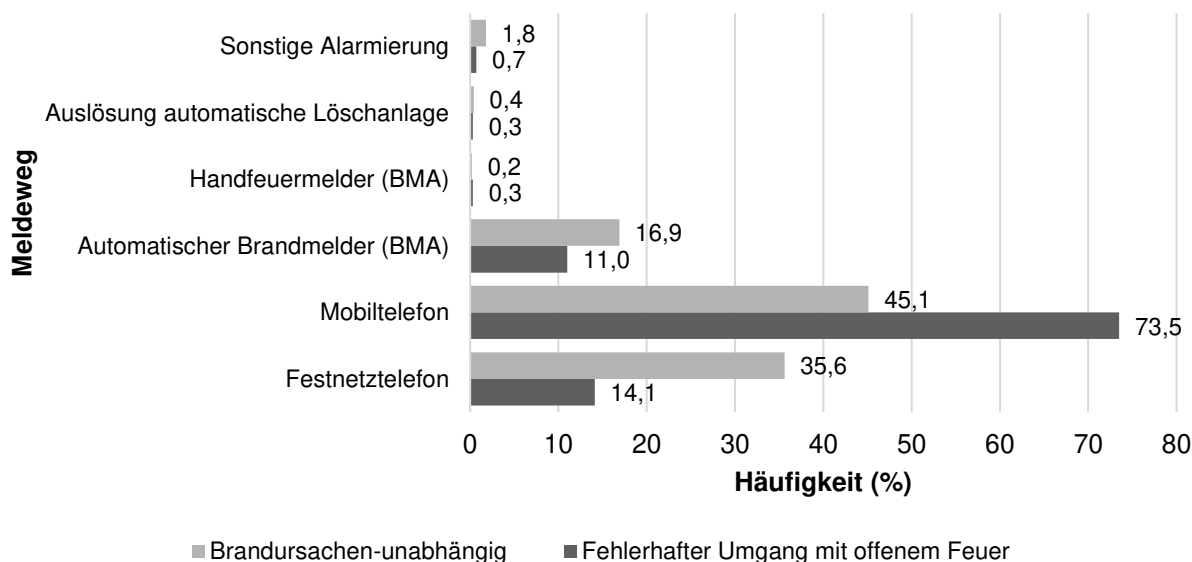


Bild 96: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit offenem Feuer



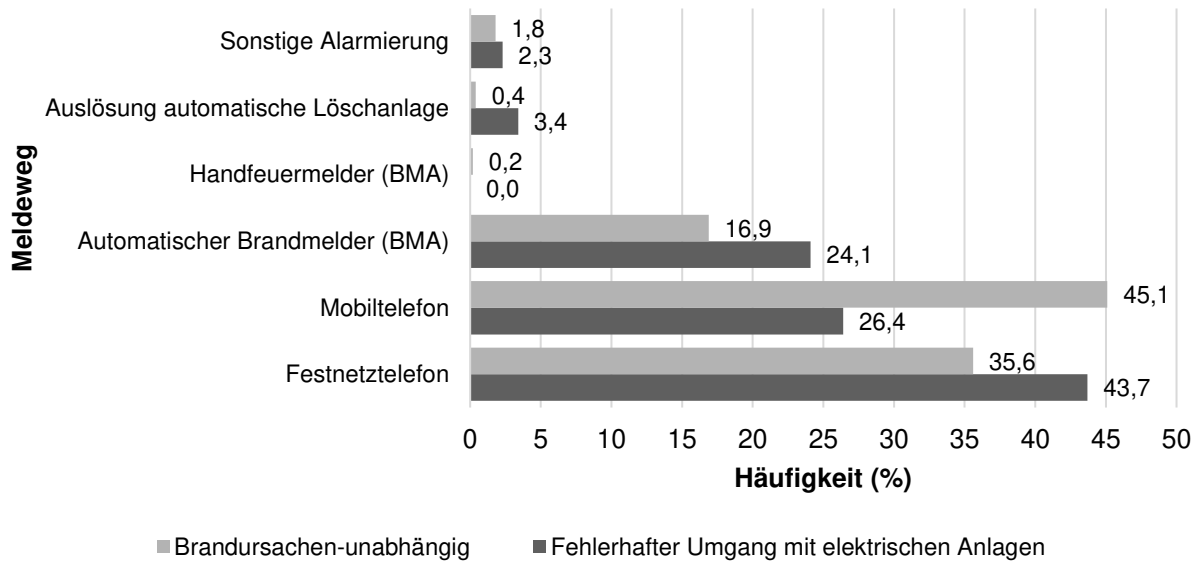


Bild 97: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem fehlerhaftem Umgang mit elektrischen Anlagen

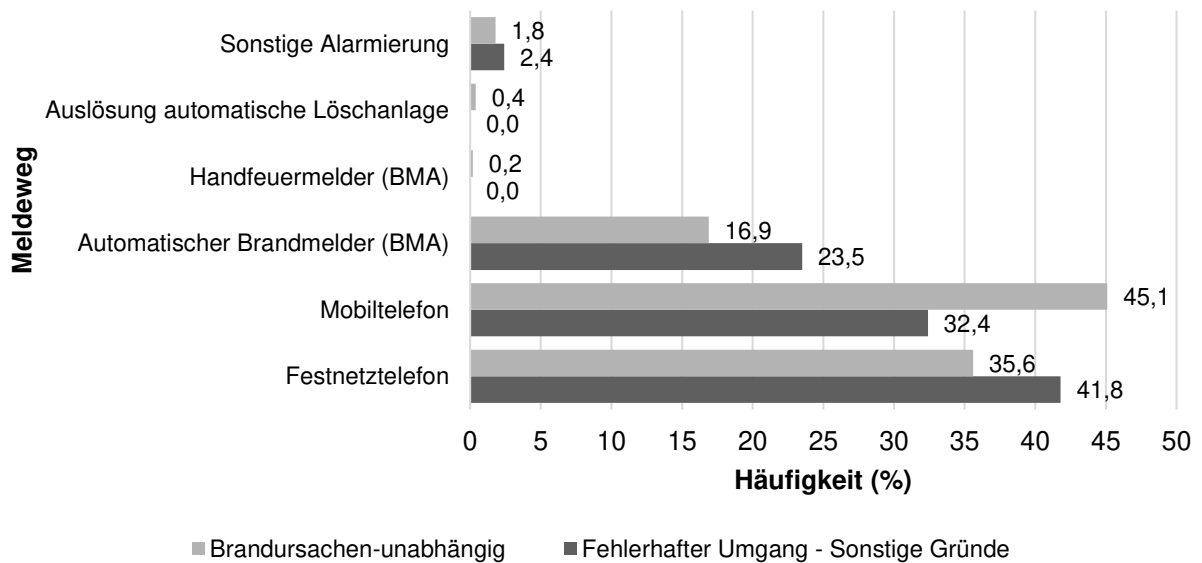


Bild 98: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem fehlerhaftem Umgang aus sonstigen Gründen

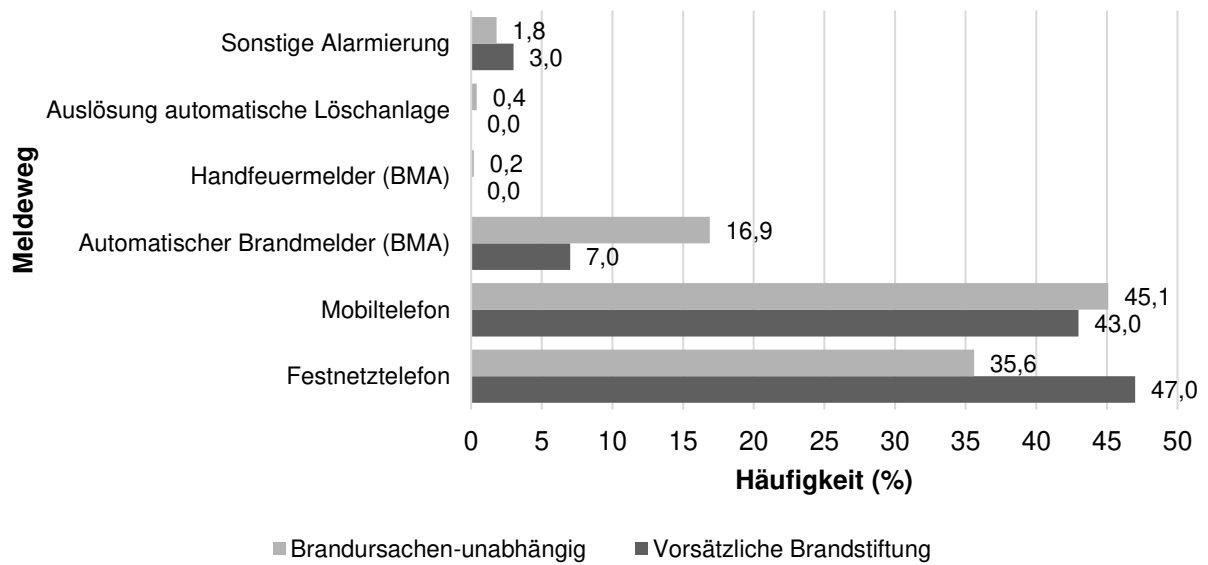


Bild 99: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermuteter vorsätzlicher Brandstiftung

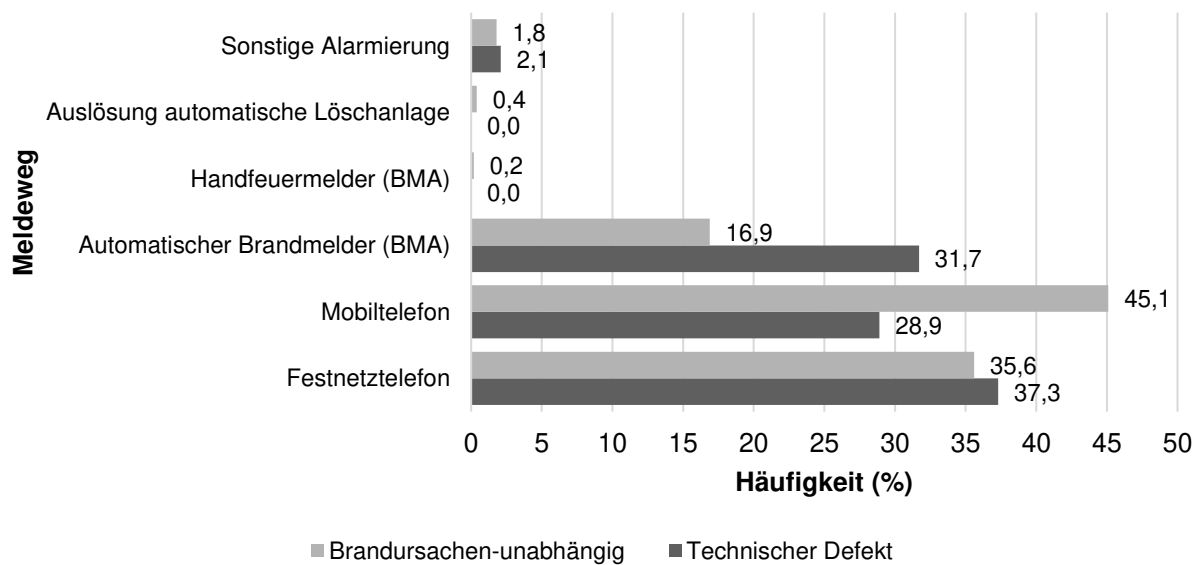


Bild 100: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei vermutetem technischem Defekt

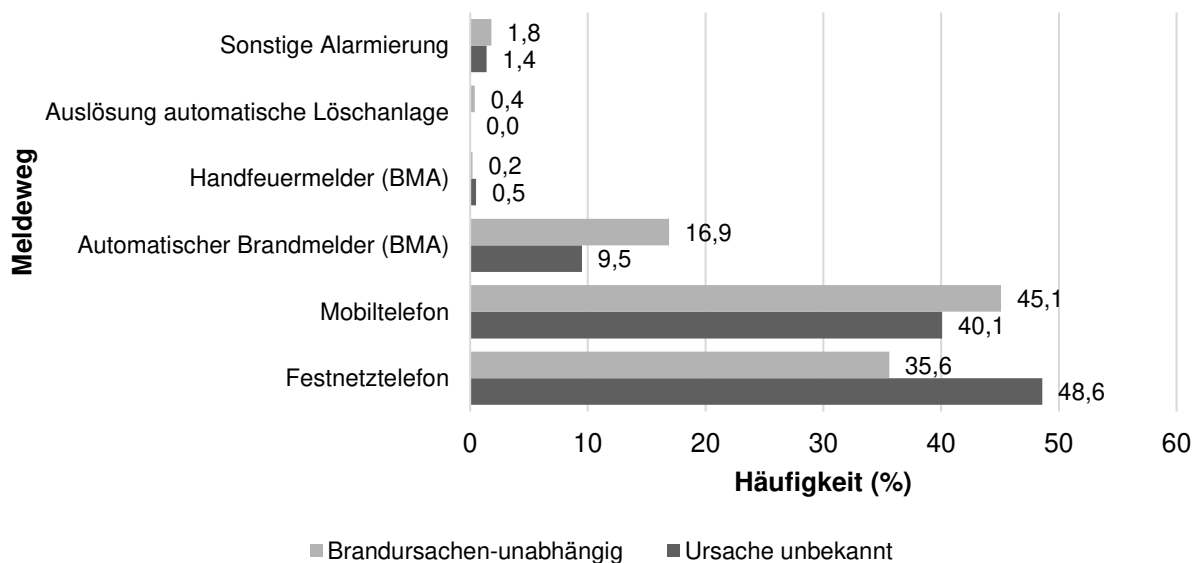


Bild 101: Häufigkeitsverteilung der Meldewege bei unbekannter Brandursache

### C.3 Untersuchung verschiedener Strömungen

Bei der Untersuchung von übergeordneten Abhängigkeiten werden feuerwehrspezifische, zeitliche und geographische Aspekte beleuchtet.

#### C.3.1 Feuerwehrspezifische Abhängigkeiten

Tabelle 36: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen (nach Feuerwehr-Art)

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)			Summe
	BF	FF	WF	
vorsätzliche Brandstiftung	78	31	1	110
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	73	16	2	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	72	15	211	298
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	145	36	3	184
Technischer Defekt	99	38	19	156
Umwelteinflüsse	1	4	0	5
Sonstige Ursache	71	30	5	106
Ursache unbekannt	191	52	6	249
<b>Summe</b>	<b>730</b>	<b>222</b>	<b>247</b>	<b>1.199</b>

Tabelle 37: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen (nach Feuerwehr-Art)

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)		
	nach Art der Feuerwehr		
	BF	FF	WF
Vorsätzliche Brandstiftung	10,7	14,0	0,4
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	10,0	7,2	0,8
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	9,9	6,8	85,4
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	19,9	16,2	1,2
Technischer Defekt	13,6	17,1	7,7
Umwelteinflüsse	0,1	1,8	0,0
Sonstige Ursache	9,7	13,5	2,0
Ursache unbekannt	26,2	23,4	2,4
<b>Summe</b>	100	100	100

Tabelle 38: Absolute Häufigkeit der vermutlichen Brandursachen (eingeteilt nach maßgeblicher Ursache) in Abhängigkeit von der Art der Feuerwehr

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)		
	nach Art der Feuerwehr		
	BF	FF	WF
Technik	99	38	19
Umwelt	1	4	0
Mensch	368	98	217
Sonstiges	71	30	5
Unbekannt	191	52	6
<b>Summe</b>	730	222	247

Tabelle 39: Relative Häufigkeit der maßgeblichen Brandursache in Abhängigkeit von der Feuerwehr-Art

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)		
	nach Art der Feuerwehr		
	BF	FF	WF
Technik	13,6	17,1	7,7
Umwelt	0,1	1,8	0,0
Mensch	50,5	44,2	87,8
Sonstiges	9,7	13,5	2,0
Unbekannt	26,2	23,4	2,4
<b>Summe</b>	100	100	100

Tabelle 40: Erwartete absolute Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Feuerwehr-Art (zur Berechnung des CI)

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Erwartete absolute Häufigkeit (Anzahl)			
	nach Art der Feuerwehr			Summe
	BF	FF	WF	
vorsätzliche Brandstiftung	67	20	23	110
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	55	17	19	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	181	55	61	298
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	112	34	38	184
Technischer Defekt	95	29	32	156
Umwelteinflüsse	3	1	1	5
Sonstige Ursache	65	20	22	106
Ursache unbekannt	152	46	51	249
<b>Summe</b>	730	222	247	1.199

### C.3.2 Geographische Abhängigkeiten

Die in der vfdb-Brandschadenstatistik verwendeten Gemeindegrößenklassen orientieren sich an den Festlegungen des Statistischen Bundesamtes, jedoch wurden die Größenklassen in Hinblick auf die Feuerwehrstruktur modifiziert (Festag & Döbbling, 2020).

Tabelle 41: Aufschlüsselung der modifizierten Gemeindegrößenklassen in der vfdb-Brandschadenstatistik

Gemeindegrößenklasse	Gemeindegröße
0	Werkfeuerwehren
1	kleiner gleich 20.000 Einwohner
2	größer 20.000 bis kleiner gleich 50.000 Einwohner
3	größer 50.000 bis kleiner gleich 90.000 Einwohner
4	größer 90.000 bis kleiner gleich 250.000 Einwohner
5	größer 250.000 bis kleiner gleich 500.000 Einwohner
6	größer 500.000 Einwohner

Tabelle 42: Absolute Häufigkeiten der vermuteten Ursachen der Brandentstehung in Abhängigkeit von den Gemeindegrößenklassen

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)							Summe
	Gemeindegrößenklasse							
	WF	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	GK 6	
vorsätzliche Brandstiftung	1	1	20	5	15	11	57	110
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	2	1	13	1	10	17	47	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	211	0	9	4	19	4	51	298
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	3	5	12	5	39	21	99	184
Technischer Defekt	19	1	21	11	22	24	58	156
Umwelteinflüsse	0	0	3	1	0	0	1	5
Sonstige Ursache	5	1	23	9	26	5	37	106
Ursache unbekannt	6	0	33	19	34	45	112	249
<b>Summe</b>	247	9	134	55	165	127	462	1.199

Tabelle 43: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von den Gemeindegrößenklassen

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)						
	Gemeindegrößenklasse						
	WF	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	GK 6
vorsätzliche Brandstiftung	0,4	11,1	14,9	9,1	9,1	8,7	12,3
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	0,8	11,1	9,7	1,8	6,1	13,4	10,2
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	85,4	0	6,7	7,3	11,5	3,1	11,0
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	1,2	55,6	9,0	9,1	23,6	16,5	21,4
Technischer Defekt	7,7	11,1	15,7	20,0	13,3	18,9	12,6
Umwelteinflüsse	0	0	2,2	1,8	0	0	0,2
Sonstige Ursache	2,0	11,1	17,2	16,4	15,8	3,9	8,0
Ursache unbekannt	2,4	0	24,6	34,5	20,6	35,4	24,2
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

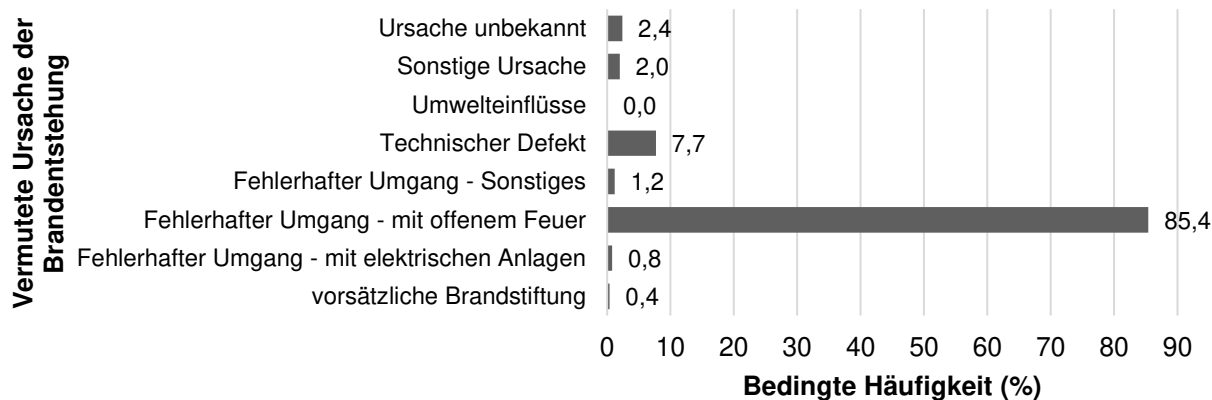


Bild 102: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (WF)

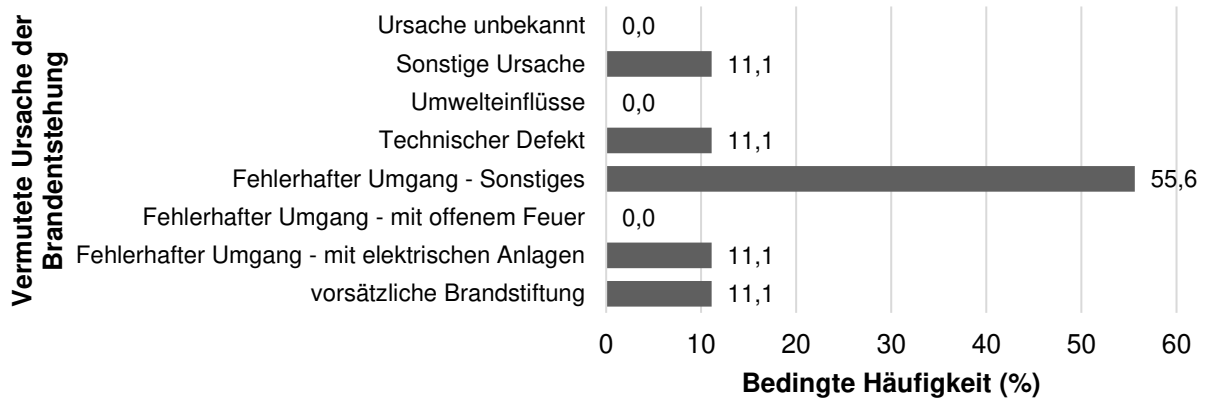


Bild 103: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 1)

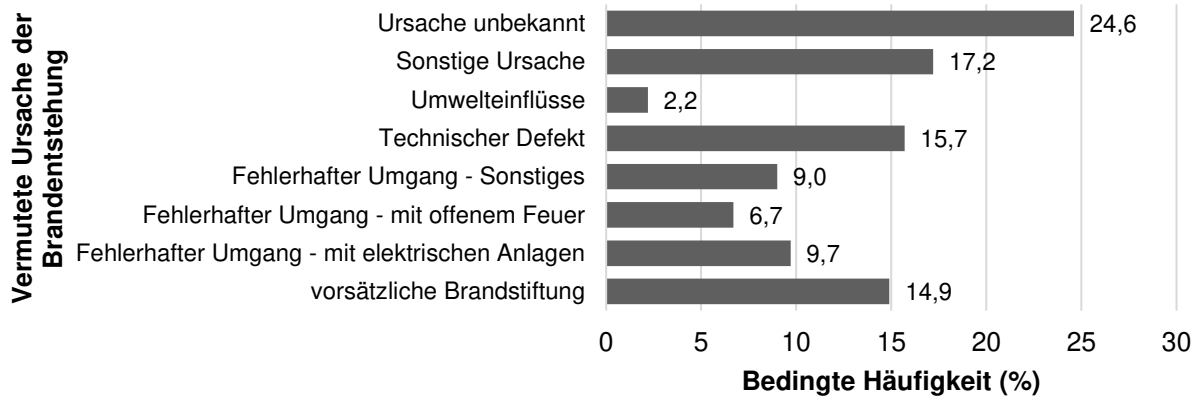


Bild 104: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 2)

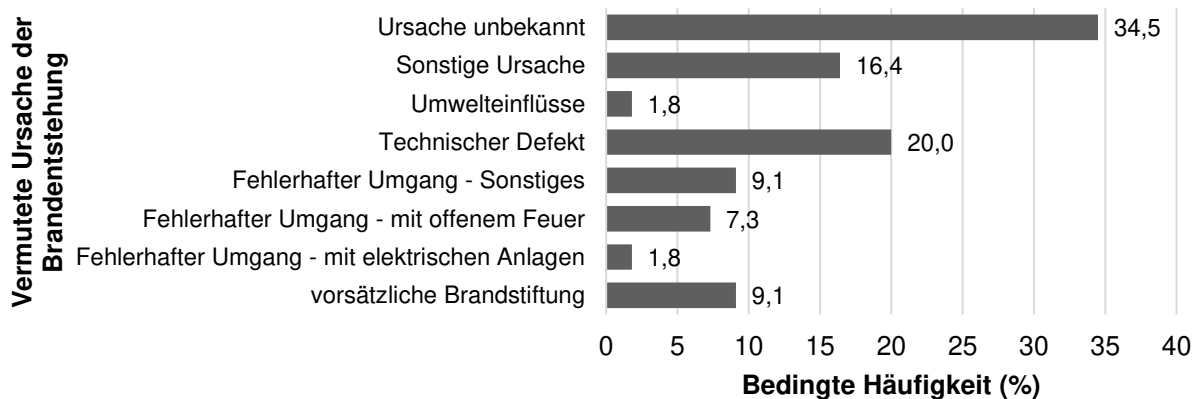


Bild 105: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 3)



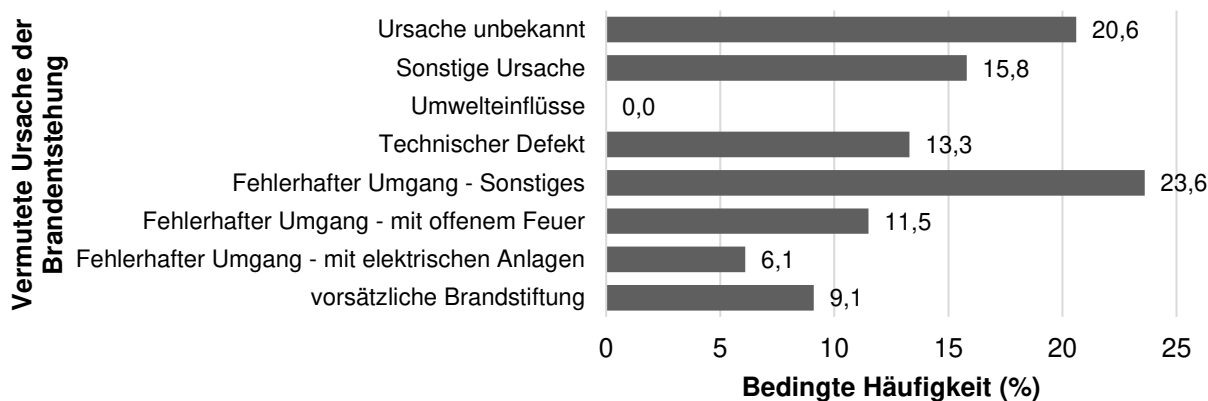


Bild 106: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 4)

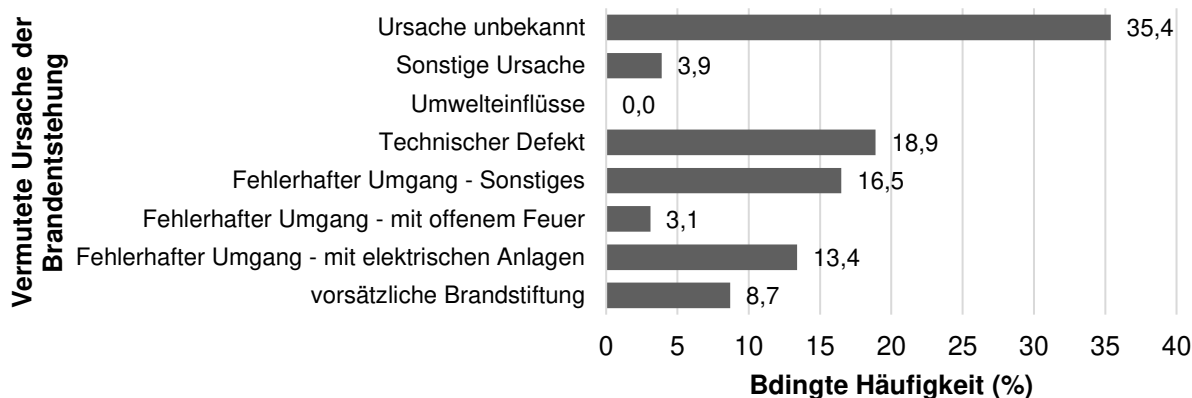


Bild 107: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 5)

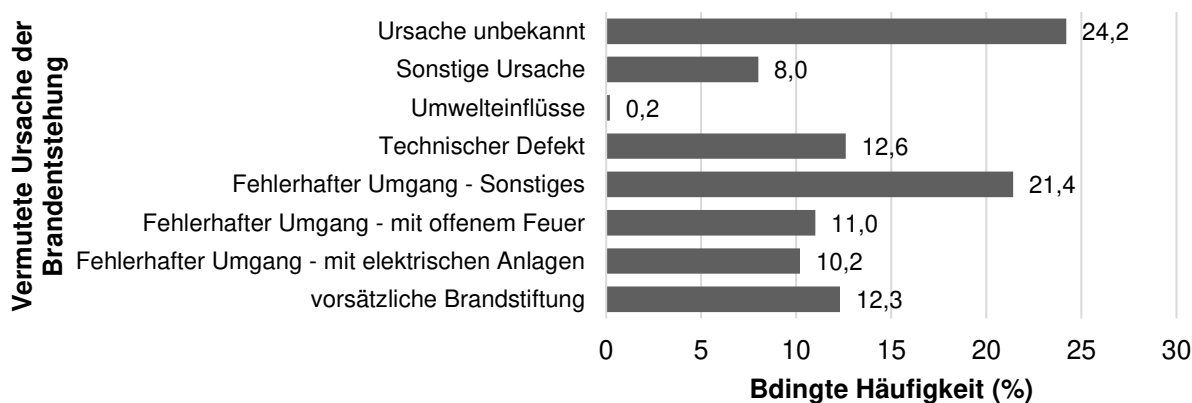


Bild 108: Bedingte Häufigkeiten der vermutlichen Brandursachen (GK 6)

Tabelle 44: Erwartete absolute Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Gemeindegrößenklasse (zur Berechnung des CI)

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Erwartete absolute Häufigkeit (Anzahl)							
	Gemeindegrößenklasse							
	WF	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	GK 6	Summe
vorsätzliche Brandstiftung	23	1	12	5	15	12	42	110
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	19	1	10	4	13	10	35	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	61	2	33	14	41	32	115	298
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	38	1	21	8	25	19	71	184
Technischer Defekt	32	1	17	7	21	17	60	156
Umwelteinflüsse	1	0	1	0	1	1	2	5
Sonstige Ursache	22	1	12	5	15	11	41	106
Ursache unbekannt	51	2	28	11	34	26	96	249
<b>Summe</b>	247	9	134	55	165	127	462	1.199

Tabelle 45: Grad der Verstädterung (Stand 2021) und Regionalstatistische Raumtypologie (Stand 2018) der jeweiligen Feuerwehr (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020b; Statistisches Bundesamt, 2021c)

Angaben	Feuerwehr-Nummer										
	1	2	3	4	6	7	10	11	12	13	15
Grad der Verstädterung	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Regionalstatistische Raumtypologie	211	112	111	111	113	121	111	111	111	112	112

### C.3.3 Zeitliche Abhängigkeiten

Tabelle 46: Bedingte Häufigkeiten der zeitlichen Verteilung der Brandeinsätze in Abhängigkeit von der vermuteten Ursache der Brandentstehung

Zeitliche Verteilung (Tagessstunde)	Bedingte Häufigkeit (Prozent)								
	Vermutliche Ursache der Brandentstehung								
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt	
0-1	3,7	1,1	1,0	2,7	0,6	0,0	5,7	4,4	
1-2	7,3	3,3	0,3	2,7	5,1	0,0	5,7	2,8	
2-3	9,2	1,1	1,3	1,1	3,8	0,0	3,8	5,2	
3-4	3,7	1,1	1,3	2,7	0,6	0,0	1,9	2,0	
4-5	2,8	0,0	0,7	0,0	2,6	0,0	0,9	4,0	
5-6	2,8	6,6	1,0	1,6	2,6	0,0	1,9	2,8	
6-7	4,6	3,3	3,4	2,7	1,9	0,0	1,9	0,8	
7-8	0,0	4,4	0,7	3,3	3,8	0,0	0,9	2,4	
8-9	2,8	2,2	4,0	3,3	2,6	0,0	0,9	2,8	
9-10	0,0	5,5	6,1	3,3	6,4	20,0	2,8	4,0	
10-11	1,8	4,4	7,7	5,4	7,1	20,0	2,8	2,8	
11-12	1,8	6,6	5,1	4,9	9,6	20,0	1,9	2,8	
12-13	1,8	7,7	8,1	6,5	5,8	0,0	5,7	5,2	
13-14	2,8	5,5	6,4	7,1	3,8	20,0	5,7	7,6	
14-15	1,8	6,6	7,7	1,6	7,1	0,0	9,4	4,4	
15-16	5,5	6,6	4,7	6,5	5,1	0,0	8,5	6,8	
16-17	7,3	2,2	6,4	4,9	3,2	0,0	4,7	2,8	
17-18	7,3	3,3	7,1	6,0	5,1	0,0	8,5	10,8	
18-19	3,7	4,4	5,7	10,9	4,5	0,0	6,6	7,6	
19-20	7,3	9,9	7,7	5,4	3,2	0,0	4,7	2,8	
20-21	10,1	3,3	6,1	3,3	6,4	0,0	4,7	5,2	
21-22	4,6	5,5	2,7	6,0	2,6	0,0	2,8	3,6	
22-23	1,8	2,2	3,4	3,8	5,1	0,0	5,7	1,6	
23-24	5,5	3,3	1,3	4,3	1,3	20,0	1,9	4,4	
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tabelle 47: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit von der Uhrzeit

Vermutliche Ursache der Brand- entstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)																								
	Zeitliche Verteilung (Tagesstunde)																								
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	Summe
vorsätzliche Brandstiftung	4	8	10	4	3	3	5	0	3	0	2	2	2	3	2	6	8	8	4	8	11	5	2	6	109
Fehl. Umgang - mit elektrischen Anlagen	1	3	1	1	0	6	3	4	2	5	4	6	7	5	6	6	2	3	4	9	3	5	2	3	91
Fehl. Umgang - mit offenem Feuer	3	1	4	4	2	3	10	2	12	18	23	15	24	19	23	14	19	21	17	23	18	8	10	4	297
Fehl. Umgang - Sonstiges	5	5	2	5	0	3	5	6	6	6	10	9	12	13	3	12	9	11	20	10	6	11	7	8	184
Technischer Defekt	1	8	6	1	4	4	3	6	4	10	11	15	9	6	11	8	5	8	7	5	10	4	8	2	156
Umwelteinflüsse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Sonstige Ursache	6	6	4	2	1	2	2	1	1	3	3	2	6	6	10	9	5	9	7	5	5	3	6	2	106
Ursache unbekannt	11	7	13	5	10	7	2	6	7	10	7	7	13	19	11	17	7	27	19	7	13	9	4	11	249
<b>Summe</b>	31	38	40	22	20	28	30	25	35	53	61	57	73	72	66	72	55	87	78	67	66	45	39	37	1.197

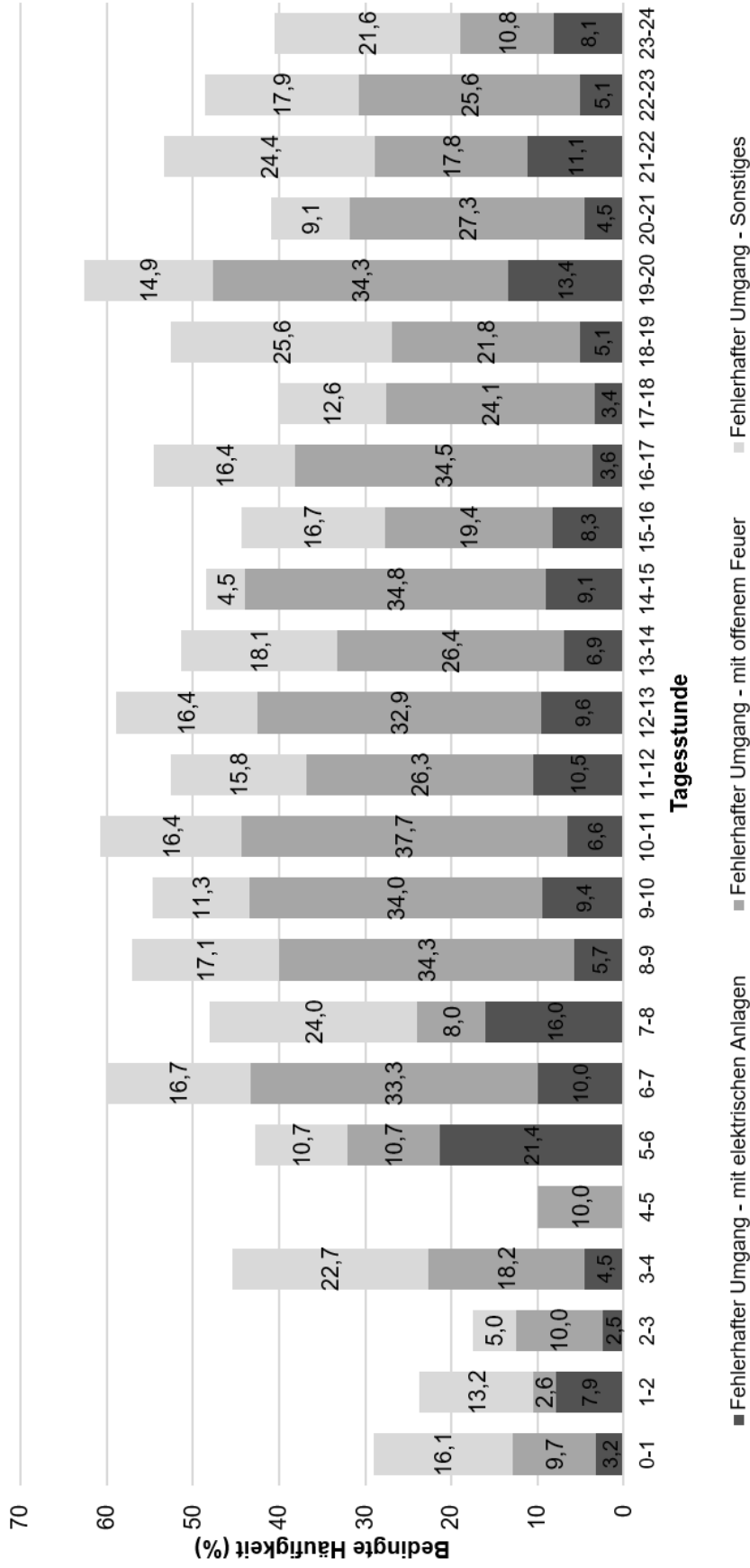


Bild 109: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen", fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" und "fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" in Abhängigkeit von der Tageszeit

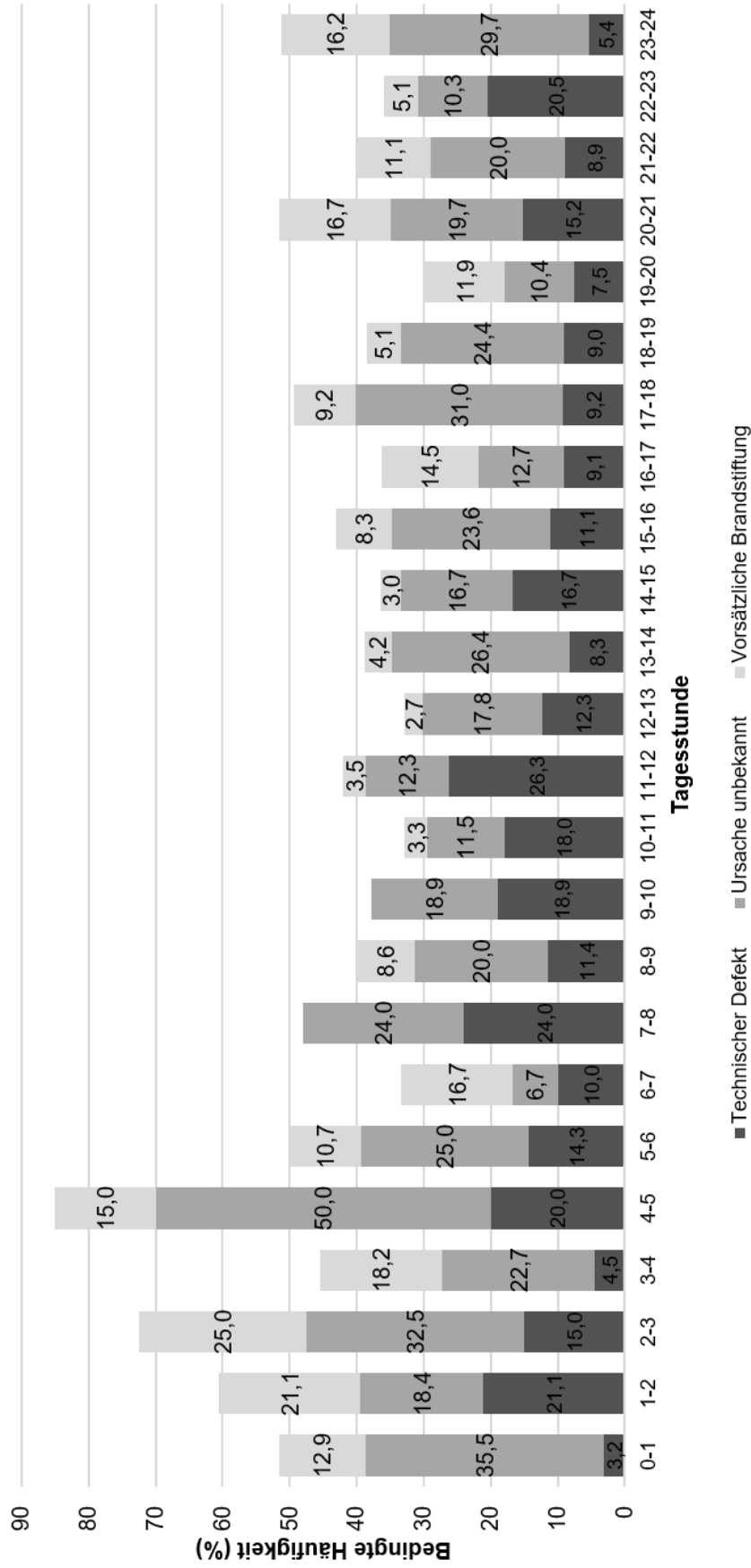


Bild 110: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "technischer Defekt", "Ursache unbekannt" und "vorsätzliche Brandstiftung" in Abhängigkeit von der Tageszeit

Tabelle 48: Häufigkeitsverteilung der Brandursachen in Abhängigkeit vom Wochentag

Vermutliche Ursache der Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)							Summe
	Zeitliche Verteilung (Wochentag)							
	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
vorsätzliche Brandstiftung	15	13	18	22	9	16	17	110
Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	11	6	16	13	15	17	13	91
Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	50	41	39	46	39	48	35	298
Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	41	21	22	27	20	30	22	183
Technischer Defekt	21	20	24	25	23	22	21	156
Umwelteinflüsse	1	2	0	0	1	0	1	5
Sonstige Ursache	17	10	24	17	9	13	16	106
Ursache unbekannt	24	41	23	45	40	42	34	249
<b>Summe</b>	<b>180</b>	<b>154</b>	<b>166</b>	<b>195</b>	<b>156</b>	<b>188</b>	<b>159</b>	<b>1.198</b>

Tabelle 49: Bedingte Häufigkeiten des Einsatzaufkommens nach Wochentag in Abhängigkeit von der Brandursache

Zeitliche Verteilung (Wochentag)	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	Vermutliche Ursache der Brandentstehung							
	vorsätzliche Brandstiftung	Fehlerhafter Umgang - mit elektrischen Anlagen	Fehlerhafter Umgang - mit offenem Feuer	Fehlerhafter Umgang - Sonstiges	Technischer Defekt	Umwelteinflüsse	Sonstige Ursache	Ursache unbekannt
Mo	13,6	12,1	16,8	22,4	13,5	20,0	16,0	9,6
Di	11,8	6,6	13,8	11,5	12,8	40,0	9,4	16,5
Mi	16,4	17,6	13,1	12,0	15,4	0,0	22,6	9,2
Do	20,0	14,3	15,4	14,8	16,0	0,0	16,0	18,1
Fr	8,2	16,5	13,1	10,9	14,7	20,0	8,5	16,1
Sa	14,5	18,7	16,1	16,4	14,1	0,0	12,3	16,9
So	15,5	14,3	11,7	12,0	13,5	20,0	15,1	13,7
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

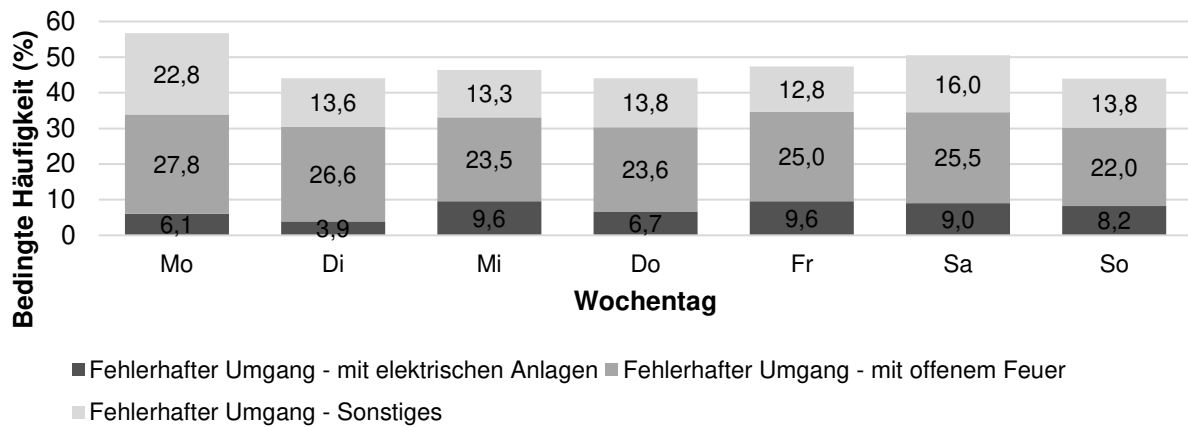


Bild 111: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "fehlerhafter Umgang mit elektrischen Anlagen", "fehlerhafter Umgang mit offenem Feuer" und "fehlerhafter Umgang aus sonstigen Gründen" in Abhängigkeit vom Wochentag

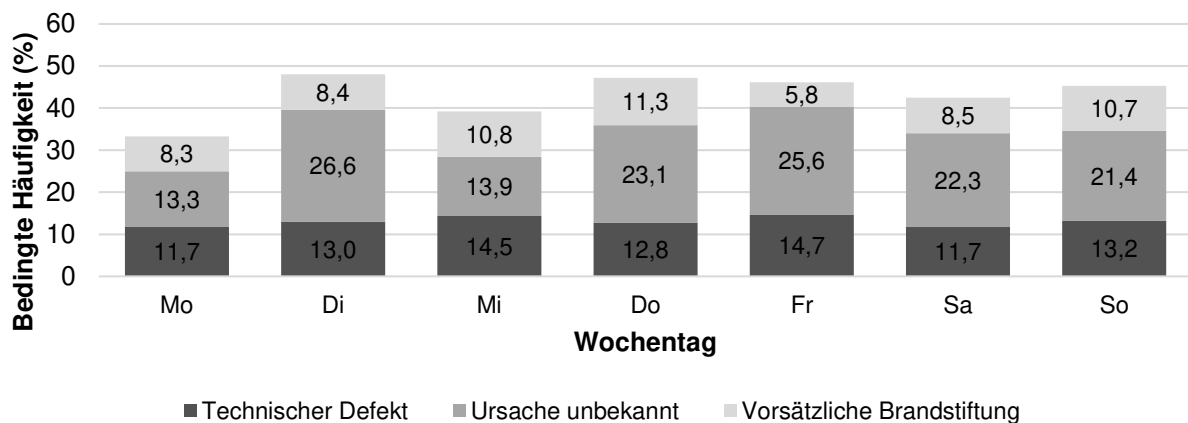


Bild 112: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen "technischer Defekt", "Ursache unbekannt" und "vorsätzliche Brandstiftung" in Abhängigkeit vom Wochentag



## C.4 Belastbarkeit der Angaben zu den vermuteten Brandursachen

Tabelle 50: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase I)

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)							
	in Abhängigkeit von der FW-Nummer (Feuerwehr-Art)							
	1 (FF)	2 (BF)	3 (BF)	4 (BF)	5-I (WF)	6 (FF)	7 (BF)	Gr. I (BF/ FF)
vorsätzliche Brandstiftung	19	8	19	14	1	7	1	10
Fehl. Umgang - mit elektr. Anlagen	8	0	4	17	0	1	11	14
Fehl. Umgang - mit offenem Feuer	7	0	3	15	93	4	2	7
Fehl. Umgang - Sonstiges	3	7	1	41	3	19	11	20
Technischer Defekt	15	12	5	20	10	7	5	23
Umwelteinflüsse	3	0	0	0	0	0	0	1
Sonstige Ursache	20	4	3	5	2	3	0	7
Ursache unbekannt	31	31	20	22	5	14	12	15
<b>Summe</b>	106	62	55	134	114	55	42	97

Tabelle 51: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase I)

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	in Abhängigkeit von der FW-Nummer (Feuerwehr-Art)							
	1 (FF)	2 (BF)	3 (BF)	4 (BF)	5-I (WF)	6 (FF)	7 (BF)	Gr. I (BF/ FF)
vorsätzliche Brandstiftung	17,9	12,9	34,5	10,4	0,9	12,7	2,4	10,3
Fehl. Umgang - mit elektr. Anlagen	7,5	0	7,3	12,7	0	1,8	26,2	14,4
Fehl. Umgang - mit offenem Feuer	6,6	0	5,5	11,2	81,6	7,3	4,8	7,2
Fehl. Umgang - Sonstiges	2,8	11,3	1,8	30,6	2,6	34,5	26,2	20,6
Technischer Defekt	14,2	19,4	9,1	14,9	8,8	12,7	11,9	23,7
Umwelteinflüsse	2,8	0	0	0	0	0	0	1,0
Sonstige Ursache	18,9	6,5	5,5	3,7	1,8	5,5	0	7,2
Ursache unbekannt	29,2	50,0	36,4	16,4	4,4	25,5	28,6	15,5
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabelle 52: Häufigkeitsverteilung der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase II)

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)							
	in Abhängigkeit von der FW-Nummer (Feuerwehr-Art)							
	5-II (WF)	9 (WF)	10 (BF)	11 (BF)	12 (BF)	13 (BF)	15 (BF)	Gr. II (BF/ FF)
vorsätzliche Brandstiftung	0	0	5	16	3	4	1	2
Fehl. Umgang - mit elektr. Anlagen	2	0	11	6	9	5	1	2
Fehl. Umgang - mit offenem Feuer	118	0	13	12	7	11	1	5
Fehl. Umgang - Sonstiges	0	0	9	18	30	8	5	9
Technischer Defekt	6	3	8	12	13	3	6	8
Umwelteinflüsse	0	0	0	1	0	0	0	0
Sonstige Ursache	0	3	2	11	16	1	19	10
Ursache unbekannt	1	0	6	38	24	3	8	19
<b>Summe</b>	127	6	54	114	102	35	41	55

Tabelle 53: Bedingte Häufigkeiten der vermuteten Brandursachen in Abhängigkeit der teilnehmenden Feuerwehren (Phase II)

Vermutliche Ursache Brandentstehung	Bedingte Häufigkeit (Prozent)							
	in Abhängigkeit von der FW-Nummer (Feuerwehr-Art)							
	5-II (WF)	9 (WF)	10 (BF)	11 (BF)	12 (BF)	13 (BF)	15 (BF)	Gr. II (BF/ FF)
vorsätzliche Brandstiftung	0	0	9,3	14,0	2,9	11,4	2,4	3,6
Fehl. Umgang - mit elektr. Anlagen	1,6	0	20,4	5,3	8,8	14,3	2,4	3,6
Fehl. Umgang - mit offenem Feuer	92,9	0	24,1	10,5	6,9	31,4	2,4	9,1
Fehl. Umgang - Sonstiges	0	0	16,7	15,8	29,4	22,9	12,2	16,4
Technischer Defekt	4,7	50,0	14,8	10,5	12,7	8,6	14,6	14,5
Umwelteinflüsse	0	0	0	0,9	0	0	0	0
Sonstige Ursache	0	50,0	3,7	9,6	15,7	2,9	46,3	18,2
Ursache unbekannt	0,8	0	11,1	33,3	23,5	8,6	19,5	34,5
<b>Summe</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabelle 54: Entwicklung der Häufigkeiten von Brandursachen in Abhängigkeit von der erfassten Fallzahl

Fallzahl-Stufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Betrachtete Fallzahl	106	168	223	357	471	526	568	665	792	798	852	966	1.068	1.103	1.144	1.199
Kumulierte Fallzahl (Anzahl)	19	27	46	60	61	68	69	79	79	79	84	100	103	107	108	110
Relative Häufigkeit der kumulierten Fallzahl (Prozent)	17,9	16,1	20,6	16,8	13,0	12,9	12,1	11,9	10,0	9,9	9,9	10,4	9,6	9,7	9,4	9,2
Vorsätzliche Brandstiftung	25,2	21,6	25,9	20,7	16,0	15,8	14,8	14,3	12,1	12,0	11,9	12,3	11,4	11,4	11,1	10,8
Obere Konfidenz- intervallgrenze	10,6	10,5	15,3	12,9	9,9	10,1	9,5	9,4	7,9	7,8	7,9	8,4	7,9	8,0	7,7	7,5
Untere Konfidenz- intervallgrenze	8	8	12	29	29	30	41	55	57	57	68	74	83	88	89	91
Kumulierte Fallzahl (Anzahl)	7,5	4,8	5,4	8,1	6,2	5,7	7,2	8,3	7,2	7,1	8,0	7,7	7,8	8,0	7,8	7,6
Relative Häufigkeit der kumulierten Fallzahl (Prozent)	12,6	8,0	8,3	11,0	8,3	7,7	9,3	10,4	9,0	8,9	9,8	9,3	9,4	9,6	9,3	9,1
Obere Konfidenz- intervallgrenze	2,5	1,5	2,4	5,3	4,0	3,7	5,1	6,2	5,4	5,4	6,2	6,0	6,2	6,4	6,2	6,1
Untere Konfidenz- intervallgrenze																

Tabelle 54: Entwicklung der Häufigkeiten von Brandursachen in Abhängigkeit von der erfassten Fallzahl (Fortsetzung S. CXVI)

Fallzahl-Stufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Betrachtete Fallzahl	106	168	223	357	471	526	568	665	792	798	852	966	1.068	1.103	1.144	1.199
Kumulierte Fallzahl (Anzahl)	7	7	10	25	118	122	124	131	249	249	262	274	281	292	293	298
Relative Häufigkeit der kumulierten Fallzahl (Prozent)	6,6	4,2	4,5	7,0	25,1	23,2	21,8	19,7	31,4	31,2	30,8	28,4	26,3	26,5	25,6	24,9
Fehlerhafter Umgang – mit offenem Feuer																
	11,3	7,2	7,2	9,7	29,0	26,8	25,2	22,7	34,7	34,4	33,8	31,2	29,0	29,1	28,1	27,3
Obere Konfidenz- intervallgrenze	1,9	1,1	1,8	4,4	21,1	19,6	18,4	16,7	28,2	28,0	27,7	25,5	23,7	23,9	23,1	22,4
Untere Konfidenz- intervallgrenze																
	3	10	11	52	55	74	85	105	105	105	114	132	162	170	175	184
Kumulierte Fallzahl (Anzahl)																
Relative Häufigkeit der kumulierten Fallzahl (Prozent)	2,8	6,0	4,9	14,6	11,7	14,1	15,0	15,8	13,3	13,2	13,4	13,7	15,2	15,4	15,3	15,3
Fehlerhafter Umgang – Sonstiges																
	6,0	9,5	7,8	18,2	14,6	17,0	17,9	18,6	15,6	15,5	15,7	15,8	17,3	17,5	17,4	17,4
Obere Konfidenz- intervallgrenze	-0,3	2,4	2,1	10,9	8,8	11,1	12,0	13,0	10,9	10,8	11,1	11,5	13,0	13,3	13,2	13,3
Untere Konfidenz- intervallgrenze																

Tabelle 54: Entwicklung der Häufigkeiten von Brandursachen in Abhängigkeit von der erfassten Fallzahl (Fortsetzung S. XVII)

Fallzahl-Stufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Betrachtete Fallzahl	106	168	223	357	471	526	568	665	792	798	852	966	1.068	1.103	1.144	1.199
Kumulierte Fallzahl (Anzahl)	15	27	32	52	62	69	74	97	103	106	114	126	139	142	148	156
Relative Häufigkeit der kumulierten Fallzahl (Prozent)	14,2	16,1	14,3	14,6	13,2	13,1	13,0	14,6	13,0	13,3	13,4	13,0	13,0	12,9	12,9	13,0
Technischer Defekt																
Obere Konfidenzintervallgrenze	20,8	21,6	19,0	18,2	16,2	16,0	15,8	17,3	15,3	15,6	15,7	15,2	15,0	14,9	14,9	14,9
Untere Konfidenzintervallgrenze	7,5	10,5	9,7	10,9	10,1	10,2	10,3	11,9	10,7	10,9	11,1	10,9	11,0	10,9	11,0	11,1
Kumulierte Fallzahl (Anzahl)	31	62	82	104	109	123	135	150	151	151	157	195	219	222	230	249
Relative Häufigkeit der kumulierten Fallzahl (Prozent)	29,2	36,9	36,8	29,1	23,1	23,4	23,8	22,6	19,1	18,9	18,4	20,2	20,5	20,1	20,1	20,8
Ursache unbekannt																
Obere Konfidenzintervallgrenze	37,9	44,2	43,1	33,8	27,0	27,0	27,3	25,7	21,8	21,6	21,0	22,7	22,9	22,5	22,4	23,1
Untere Konfidenzintervallgrenze	20,6	29,6	30,4	24,4	19,3	19,8	20,3	19,4	16,3	16,2	15,8	17,7	18,1	17,8	17,8	18,5

Anmerkung: Der Anstieg der Fallzahlstufe ist mit dem Einschluss einer weiteren Feuerwehr bzw. Sammelgruppe verbunden. Die Approximationsbedingung für die Bestimmung des Konfidenzintervalls wird in allen Fällen erfüllt. Die Binomialverteilung kann folglich durch eine Normalverteilung angenähert werden.

## Anhang D Ergebnisse anderer statistischer Quellen

### D.1 Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der IFS-Ursachenstatistik zu den Brandschäden dargestellt.

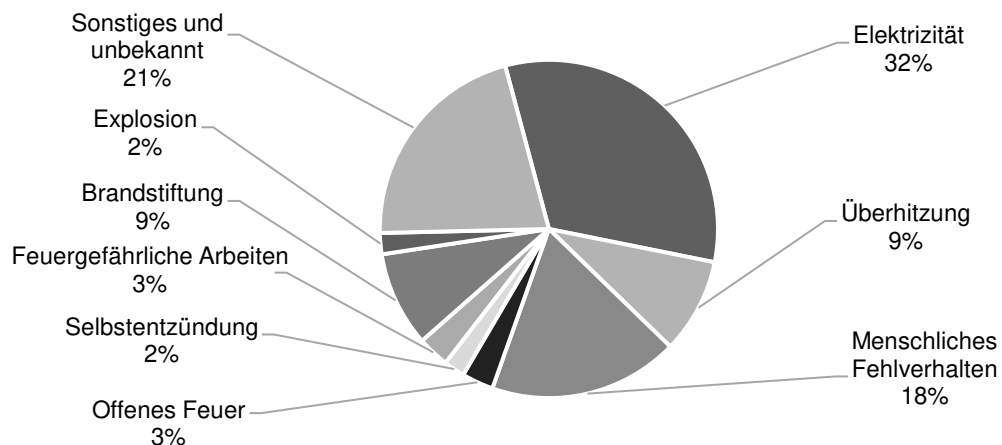


Bild 113: Häufigkeitsverteilung von Brandursachen nach dem IFS, Bezugsjahre 2002 bis 2020 (Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V., 2020)

### D.2 Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Die GDV veröffentlicht Zahlen zu den durchschnittlichen Schadenhöhen und der Anzahl der Schadenfälle. Im Folgenden werden die Daten der Wohngebäude- und Hausratversicherung dargestellt.

Tabelle 55: Durchschnittliche Schadenhöhe und Anzahl der Fälle, die in Verbindung mit der Schadenursache "Feuer" in Verbindung stehen und im Jahr 2017 von den privaten Versicherern reguliert wurden (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., o.D.a, o.D.b)

Versicherungsart	Anzahl der Feuer Schäden	Schadendurchschnitt (in Euro)
Wohngebäudeversicherung	200.000	5.038
Hausratversicherung	230.000	1.554
Anmerkung: Bei den Kennzahlen handelt es sich um Schätzungen aufgrund von Teilbeständen. Bei der Anzahl der Schadenfälle wurde auf 10.000 Stück gerundet. Beim Schadendurchschnitt berücksichtigt der GDV alle Unternehmen, die diese Kennzahl auch nach der Schadenart „Feuer“ differenzieren.		

### D.3 Deutscher Feuerwehrverband

Der Deutsche Feuerwehrverband publiziert jährlich unterschiedliche Informationen aus dem Themenbereich des Feuerwehrwesens. Nachfolgend wird der Anteil der verschiedenen Feuerwehr-Arten in Deutschland aufgeführt.

Tabelle 56: Häufigkeitsverteilung der Art der Feuerwehr in Deutschland, Stand 2018 (Deutscher Feuerwehrverband, o.D.)

Art der Feuerwehr	Absolute Häufigkeit (Anzahl)	Relative Häufigkeit (Prozent)
Freiwillige Feuerwehr	22.155	96,2
Berufsfeuerwehr	104	0,5
Werkfeuerwehr	771	3,3

### D.4 Bundeskriminalamt

Für Untersuchungen von Brandursachen sind Informationen zur vorsätzlichen Brandstiftung relevant. Die PKS erfasst neben dem Anteil der vorsätzlichen Brandstiftung auch, wie sich die Häufigkeit in Bezug auf die Gemeindegröße unterscheidet.

Tabelle 57: Häufigkeitsverteilung der Fälle von "Brandstiftung und Herbeiführen einer Brandgefahr" in Abhängigkeit von der Gemeindegrößenklasse in der PKS (Bundeskriminalamt, 2018a)

Straftat	Erfasste Fälle (Anzahl)	Tatortverteilung nach Gemeindegrößenklasse (Prozent)				unbekannt
		bis 20.000 Einwohner	20.000 < 500.000	100.000 < 500.000	Mehr als 500.000	



Brandstiftung und Herbeiführen einer Brandgefahr	18.891	40,1	28,6	15,2	15,7	0,4
--	--------	------	------	------	------	-----

## D.5 Statistisches Bundesamt

Das Statistische Bundesamt verzeichnet unter anderem Informationen zu den Gemeinden in der Bundesrepublik Deutschland. Eine wichtige Information, die sich auf die Rauchstruktur einer Gemeinde bezieht, ist der Grad der Verstädterung. Dabei handelt es sich um eine Kennzahl, die die Einwohnerdichte innerhalb einer Gemeinde in Abhängigkeit der Einwohnerdichte der umliegenden Gemeinden in drei Stufen einteilt (siehe Tabelle 59) (Statistisches Bundesamt, 2021b).

Tabelle 58: Grad der Verstädterung der Gemeinden in Deutschland, Stand 2021  
(Statistisches Bundesamt, 2021c)

Grad der Verstädterung	Absolute Häufigkeit (Anzahl)	Relative Häufigkeit (Prozent)
Dicht besiedelt	220	2
Mittlere Besiedlungsdichte	2.691	24,5
Gering besiedelt	8.089	73,5
<b>Summe</b>	11.000	100

Tabelle 59: Bedeutung des Grades der Verstädterung (Statistisches Bundesamt, 2021b)

Nummer des Grades der Verstädterung	Bedeutung
1	Dicht besiedelt
2	Mittlere Besiedlungsdichte
3	Gering besiedelt

## D.6 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Zur bedarfsgerechten und zielgenauen Infrastrukturplanung bedient sich das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur der so genannten regionalstatistischen Raumtypologie. Diese ist hierarchisch aufgebaut und weist Gemeinden schließlich einen der 17 Raumtypen zu (siehe Tabelle 60) (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020a).

Die Häufigkeitsverteilung des Regionalstatistischen Regionstyp (erste raumtypologische Hierarchiestufe) ist in Tabelle 61 dargestellt.

Tabelle 60: Erläuterung des Codes des regionalstatistischen Raumtyps  
(Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020b)

<b>Numerischer Code zur Festlegung des regionalstatistischen Raumtyps</b>	<b>Bedeutung</b>
111	Metropole
112	Großstadt
113	Mittelstadt
114	Städtischer Raum
115	Kleinstädtischer, dörflicher Raum
121	Regiopole
123	Mittelstadt
124	Städtischer Raum
125	Kleinstädtischer, dörflicher Raum
211	Zentrale Stadt
213	Mittelstadt
214	Städtischer Raum
215	Kleinstädtischer, dörflicher Raum
221	Zentrale Stadt
223	Mittelstadt
224	Städtischer Raum
225	Kleinstädtischer, dörflicher Raum

Tabelle 61: Häufigkeitsverteilung der regionalstatistischen Regionstypen in  
Deutschland, Stand 2019

<b>Regionalstatistischer Regionstyp</b>	<b>Absolute Häufigkeit (Anzahl)</b>	<b>Relative Häufigkeit (Prozent)</b>
Ländliche Region	7.631	69,3
Städtische Region	3.376	30,7
<b>Summe</b>	<b>1.100</b>	<b>100</b>