



Clemens Hoppe
Brandrat
Berufsfeuerwehr Hannover

BRANDSCHUTZBEDARFSPLANUNG – ZEIT BIS ZUR ENTDECKUNG EINES BRANDES

Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu NRW

Berlin, den 12.12.2022

Aufgabenstellung

Brandschutzbedarfsplanung – Zeit bis zur Entdeckung eines Brandes

Maßgeblich für die Brandschutzbedarfsplanung sind diverse Zeitspannen. Darunter auch die Zeit, die vom Ausbruch eines Brandes bis zu seiner Entdeckung und zum Absetzen des Notrufes vergeht.

Inwiefern ist diese Zeitspanne mittlerweile prognostizierbar (Stichwort: Heimrauchmelder, Smart Home etc.) und welche Konsequenzen lassen sich daraus für die Brandschutzbedarfsplanung ableiten?

Kurzfassung

Durch eine gezielte Analyse und Vergleiche von Forschungsprojekten, Statistikdaten und einer Literaturrecherche, wird der zeitliche Ablauf von der Brandentstehung bis zur Brandentdeckung und zum Absetzen eines Notrufes untersucht.

Für eine mögliche Anpassung der Brandschutzbedarfsplanung in Verbindung mit bestehender und neuer Technik zur frühzeitigen Branderkennung und Brandmeldung werden diese Zeit auf der Basis eines kritischen Wohnungsbrandes im ersten Obergeschoss eines Mehrfamilienhauses betrachtet. Durch die Rauchwarnmelderpflicht in allen Bundesländern oder die Anschaffung von Smart Home-Technik, mit dem Blickwinkel zur Erhöhung der Sicherheit in Wohnungen, wird geprüft wie die Zeit bis zur Entdeckung und Meldung eines Brandes zeitlich eingrenzt werden kann. Erreicht ein Notruf die Einsatzkräfte zukünftig durch den Einsatz von erweiterter Brandfrüherkennungstechnik schneller und werden ihnen weitere Daten aus einer „intelligenten“ Wohnung zur Verfügung gestellt werden, so besteht die Möglichkeit Zeiten in der Rettungskette einzusparen.

Stichworte:

- Brandschutzbedarfsplanung
- Rauchwarnmelder
- Smart Home
- Zeit bis zur Entdeckung eines Brandes

Inhalt

1 Einleitung	1
2 Aufgabe	3
2.1 Erklärung	3
2.2 Systematik der Aufgabe	3
3 Begriffe / Grundlagen	3
3.1 Brandschutzbedarfsplanung.....	3
3.2 Zeit bis zur Entdeckung eines Brandes	4
3.3 Zeitspannen in der Brandschutzbedarfsplanung	4
3.4 Rauchwarnmelder	5
3.5 Smart Home	6
3.6 eCall	7
3.7 Notruf-App Nora	7
3.8 Advanced Mobile Location (AML)	7
4 Ist Zustand.....	8
4.1 Bedarfsplanung - Zeit bis zur Alarmierung	8
4.2 Rauchwarnmelderpflicht.....	9
4.3 Nutzung von Smart Home Anwendungen	10
5 Forschungsprojekte	11
5.1 TEBRAS.....	11
5.2 IRIS	12
5.3 INSPIRE.....	13
5.4 A.D.Le.R.....	14
6 Untersuchung der Zeitspanne bis zur Entdeckung eines Brandes.....	14
6.1 Brandentdeckung- und Meldezeit.....	14
6.2 Brandfrühphase.....	15
6.3 Ansprechzeit von Rauchwarnmeldern.....	16
7 Ergebnisse	17
7.1 Prognose zur Brandentdeckungszeit	18
7.2 Konsequenzen für die Brandschutzbedarfsplanung	19
8 Fazit und Ausblick	20
9 Literaturverzeichnis.....	22
A Anhang	I
A1. Eidesstattliche Erklärung.....	I
A2. Smart Home Verbreitung.....	II

A3.	Prognose Smart Home Verbreitung	III
A4.	Brandfrühphase.....	IV
A5.	Anzahl Notrufe 112 in der EU.....	IV
A6.	Ausbreitungsprofil CO und Brandrauch.....	V
A7.	Expertengespräche	VI

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Zeitlicher Ablauf für die erforderliche Funktionsstärke	1
Abb. 2: Zeitspannen nach AGBF.....	5
Abb. 3: Zeitvergleich Verkürzung Entdeckungszeit zur Hilfsfrist.....	8
Abb. 4 : Vergleich Ansprechzeit Rauchwarnmelder:	17
Abb. 5: Brandentdeckungs- und Meldezeit mit Smart-Home Technik	18
Abb. 6: Diagramm Nutzung von Smart-Anwendungen im Haushalt	II
Abb. 7: Einsatzgebiete Smart Home im Haushalt.....	II
Abb. 8: Prognose zur Verbreitung von Smart Home Technik	III
Abb. 9: Zeitliche Brandentwicklung mit Brandfrühphase	IV
Abb. 10: Anzahl der Notrufe 112 aus dem Festnetz und Mobilfunknetz in der EU ..	IV
Abb. 11: Vergleich Mischbrandkrippe und Buchenholzkrippe:	V

1 Einleitung

Eine Vielzahl von unterschiedlichen brennbaren Materialien aus Kunststoffen, Holz, Holzwerkstoffen, Bezugs- und Dekostoffen und Bodenbelägen aus Polyester ergeben mit den unzähligen elektrischen und akkubetriebenen Geräten, als mögliche Zündquellen, eine hohe Brandgefahr in vielen Wohnungen. Durch diesen Materialmix kann sich erfahrungsgemäß ein unscheinbarer Entstehungsbrand in wenigen Sekunden zu einem ausgedehnten Wohnungsbrand entwickeln, bei dem nur ein paar Minuten Zeit zur Selbstrettung verbleiben.

Als häufigste Brandursache sind in deutschen Haushalten immer noch die Elektrogeräte bzw. Elektrizität und menschliches Fehlverhalten durch den unsachgemäßen Umgang mit offenem Feuer in der jährlichen Statistik [1] zu finden. Durch diese Brandursachen kommen jedes Jahr mindestens die Hälfte der ca. 350 Brandtoten in Privathaushalten ums Leben. Dabei sind etwa 80% der Brandopfer durch das Einatmen von giftigen Brandgasen und nicht durch eine direkte Flammeneinwirkung zu beklagen [1]. Seit 2007 bis heute bleibt die Anzahl der Brandopfer, trotz Einführung der Rauchwarnmelderpflicht in Wohnungen im Jahr 2003, jedoch auf einem relativ gleichen Niveau.

Jede Stadt und Gemeinde hat nach der Generalklausel aus den jeweiligen Landesbrandschutzgesetzen eine leistungsfähige Feuerwehr aufzustellen, auszustatten und zu unterhalten, um die Menschen schnellstmöglich aus Notlagen zu retten und eine Brandbekämpfung umgehend einzuleiten. Für die Feuerwehr sind die Planungsziele der Hilfsfrist, Funktionsstärke, Einsatzmittel und Erreichungsgrad in einem Brandschutzbedarfsplan für die eigenen Kommunen festzulegen [2]. Seit 1998 und mit der Überarbeitung 2015 hat die AGBF Bund eine Empfehlung für die Qualitätskriterien in der Brandschutzbedarfsplanung in Städten herausgegeben, bei der sich bis heute der zeitliche Ablauf nicht verändert hat.

Das Planungsziel der Hilfsfrist, mit der Zeitspanne von 9,5 Minuten, hat sich aus den Ergebnissen langjähriger Anwendungen und Erfahrungen bestätigt.

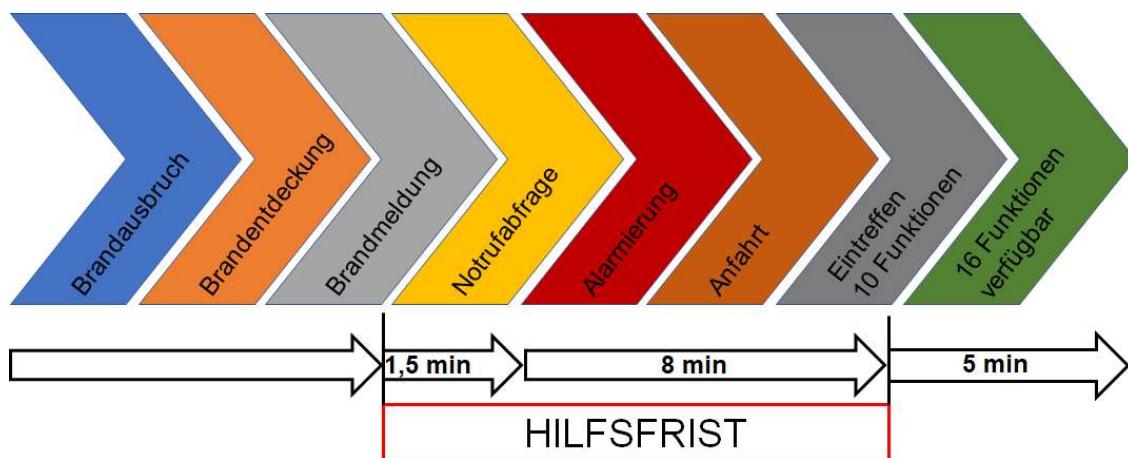


Abb. 1: Zeitlicher Ablauf für die erforderliche Funktionsstärke; Quelle: eigene Darstellung

Mit der immer weiter fortschreitenden Automatisierung in allen Lebensbereichen kann jeder Zeitabschnitt der Brandschutzbedarfsplanung kritisch betrachtet und durch neue intelligente Techniken zukünftig verkürzt oder angepasst werden.

Stellt man zur Hilfsfrist der Feuerwehr ein Quervergleich zum Rettungsdienst her, so wurde in mehreren Studien nachgewiesen, ab wann ein Mensch gesundheitliche Schäden bei einem lang anhaltenden Sauerstoffmangel [3] davonträgt. Hier sind in die Rettungskette oft schon neue Techniken wie Ersthelfer-Apps, eCall-Technik in den neuen Fahrzeugen oder auch First Responder Einheiten mit eingebunden, um bei lebensbedrohlichen Verletzungen schnellstmöglich Hilfe zu leisten.

Auch durch die alltägliche Nutzung von Handys oder Smartphones ist anzunehmen, dass die Zeit zum Absetzen eines Notrufs verkürzt wird. Im Jahr 2019 haben ca. 60% der deutschen Bevölkerung die Notrufnummer 112 mit einem Mobilgerät gewählt [4]. Es ist jedoch keine Untersuchung bekannt, die einen positiven oder negativen Effekt für eine zeitliche Anpassung der Brandschutzbedarfsplanung belegen. Auch weitere Techniken wie NotrufApps oder auch die Smart Home-Technik können z.B. zur Verkürzung der Alarmierungszeit bei einem Wohnungsbrand beitragen. Rauchwarnmelder in Wohnungen können die Menschen frühzeitig warnen, eine frühzeitige Alarmierung der Rettungskräfte ist dadurch aber nicht gewährleistet.

Grundsätzlich befasst sich die Brandschutzbedarfsplanung hauptsächlich mit der Standortstruktur und der Dimensionierung der Feuerwehr im Stadt- und Gemeindegebiet. Als sinnvolle Planungsziele sind nur von der Feuerwehr beeinflussbare Zeiten anzunehmen. Für die Brandschutzbedarfsplanung ist die Entdeckungszeit durch komplexe Brandentstehungen und Brandverläufen bisher keine zuverlässige Planungsgröße. Um eventuell eine Verkürzung der Brandentdeckungszeit zu erreichen, rät die aktuelle AGBF Empfehlung [2] zu einer umfangreichen Brandschutzaufklärung der Bevölkerung und eine weitere Verbreitung von Rauchwarnmeldern in Wohnungen. Mit der vollflächigen Umsetzung der Rauchwarnmelderpflicht in deutschen Wohnungen ist der erste Schritt nach der AGBF Empfehlung getan. Es sind aber auch weitere Kompensationsmaßnahmen zur eventuellen Zeitverkürzung denkbar. Ist zum Beispiel ein Ortsteil nicht in der erforderlich geplanten Zeit von den Einsatzkräften zu erreichen, sind zu den oben genannten organisatorischen Maßnahmen weitere technische Lösungen oder auch neue Denkweisen zum Erreichen der Planungsziele erforderlich. Mit einer Kombination der Techniken zur Brandfrüherkennung, wie neue CO-Rauchwarnmelder, intelligentes Wohnen durch Vernetzung, NotrufApps oder andere digitale Techniken zur Notrufmeldung können Zeitspannen in der Brandschutzbedarfsplanung berücksichtigt und verkürzt werden.

2 Aufgabe

2.1 Erklärung

Die Zeitspanne vom Ausbruch eines Brandes, der Brandentstehung bis zum Absetzen eines Notrufes ist in den aktuellen Brandschutzbedarfsplanungen bei einem Wohnungsbrand wegen relativ unvorhersehbaren und komplexen Brandverläufen zeitlich nicht festzulegen und auch wissenschaftlich nicht prognostizierbar. Inwieweit sich zukünftig bestehende und neue Techniken auf diese Zeitspannen auswirken können, wird in der folgenden Facharbeit beleuchtet. Die zeitliche Analyse vom Planungsziel der Hilfsfrist und alle folgenden Zeiten der Bedarfsplanung sind nicht Teil dieser Facharbeit. Aber auch diese Zeiten können durch neue Techniken beeinflusst werden. Für eine Anpassung der Qualitätskriterien: Einsatzmittel und Erreichungsgrad sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich. Das Qualitätskriterium der Funktionsstärke hingegen leitet sich aus einsatzorganisatorischen Erfordernissen ab und kann deshalb nicht angepasst werden. Als standardisiertes Ereignis wird ein kritischer Wohnungsbrand im Obergeschoss eines Mehrfamilienhauses angenommen und betrachtet. Die nicht-polizeiliche Gefahrenabwehr erfolgt durch eine öffentliche Feuerwehr. Der Einsatz einer Werkfeuerwehr wird nicht betrachtet.

2.2 Systematik der Aufgabe

Ziel ist es, durch eine Literaturrecherche und zusätzlicher Recherche in Forschungsprojekten, Studienarbeiten und Dissertationen zur Brandfrüherkennung und Alarmierung, die Ergebnisse zu analysieren, die die Zeitspanne vom Brandausbruch bis zur Entdeckung und zur Brandmeldung eingrenzen können. Zusätzlich werden Forschungen zum Thema Smart Home-Technik zur Feuerwehreinsatzunterstützung betrachtet. informative Gespräche mit Experten geben praktische Erfahrungswerte wieder. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wird versucht eine Prognose für die Zeitspanne vom Brandausbruch, der Brandentstehung und der Meldezeit herzuleiten. Hierbei werden wissenschaftlich begründete Zeitvorteile zur bisherigen Brandschutzbedarfsplanung herausgearbeitet und als mögliche Konsequenzen dargestellt.

3 Begriffe / Grundlagen

In der Aufgabenstellung sind diverse Begriffe aufgeführt, die im Folgenden in einer Kurzfassung beschrieben und erklärt werden. Die aufgeführten Begriffe der technischen Alarmierungsmöglichkeiten werden ergänzt.

3.1 Brandschutzbedarfsplanung

Die DIN 14011 -Begriffe im Feuerwehrwesen- definiert den Begriff Brandschutzbedarfsplan als Plan, der zuständigen Behörde zur Festlegung des personellen und materiellen Bedarfs für den abwehrenden Brandschutz eines bestimmten Gebiets. [5]

Die Bandschutzbedarfsplanung ist ein Planungsinstrument für kommunale Feuerwehren, ihren derzeitigen Ist-Zustand und den zukünftigen Sollzustand für ihre

erforderlichen Sicherheitsanforderungen im Gemeinde- oder Stadtgebiet festzulegen. Bei der Brandschutzbedarfsplanung werden die vorhandenen örtlichen Strukturen beleuchtet, Gefahrenpotenziale analysiert und die Kompetenzen der örtlichen Feuerwehr ermittelt. Aus diesen Ergebnissen wird mit festgelegten Qualitätskriterien bzw. Planungszielen – Eintreffzeit (Hilfsfrist), Funktionsstärke, Zielerreichungsgrad- die erforderliche Leistung der Feuerwehr festgeschrieben. Zusätzlich werden die notwendigen Maßnahmen der Personalentwicklung sowie die technische und bauliche Ausstattung der Feuerwehr für den Brandschutz und Hilfeleistung aufgeführt und festgelegt [6].

Rechtliche Grundlagen für eine Brandschutzbedarfsplanung (auch Feuerwehrbedarfsplanung, Gefahrenabwehrbedarfsplanung oder Bedarfs- und Entwicklungsplan genannt) [7] finden sich durch das föderale System in den Landesbrandschutzgesetzen, Verordnungen zu den Landesbrandschutzgesetzen oder Empfehlungen in den einzelnen Ländern wieder. Als rechtliche Generalklausel ist in jedem Landesbrandschutzgesetz sinngemäß festgeschrieben, dass: "die Gemeinden den örtlichen Verhältnissen entsprechende leistungsfähige Feuerwehr aufzustellen, auszurüsten und zu unterhalten" haben [8].

Neun Länder definieren die Brandschutzbedarfsplanung gesetzlich als kommunale Pflichtaufgabe, die restlichen Länder geben nur Empfehlungen an die Kommunalverwaltungen. Für den Beschluss einer Brandschutzbedarfsplanung ist die Kommune nach der geltenden Gemeindeverordnung zuständig. Die Überprüfung und Fortschreibung des Brandschutzbedarfsplans ist nach den gesetzlichen Vorgaben in regelmäßigen Abständen spätestens nach 5 Jahren (vgl. §3 Abs. 3 BHKG¹) durchzuführen. Jeder gesetzlich erforderliche Brandschutzbedarfsplan ist vom Gemeinde- oder Stadtrat zu beschließen.

3.2 Zeit bis zur Entdeckung eines Brandes

Die Zeit vom Brandausbruch über die Brandentdeckung und Meldezeit bis zum Beginn der Notrufabfrage ist die Zeitspanne bis zur Entdeckung eines Brandes. Durch komplexe und sehr unterschiedliche Brandverläufe ist die Zeit des Brandausbruches ($T=0$) kaum definierbar bzw. der Zeitpunkt nicht genau zu erfassen und festzulegen.

3.3 Zeitspannen in der Brandschutzbedarfsplanung

Bei der Brandschutzbedarfsplanung sind für die Planungsziele (auch als Qualitätskriterien benannt) diverse Zeitspannen maßgeblich. Die AGBF Bund definiert in seiner aktuellen Empfehlung [2] die folgenden Zeitspannen als Zeitabschnitte.

¹ Brandschutz- Hilfeleistung und Katastrophenschutzgesetz Nordrhein-Westfalen

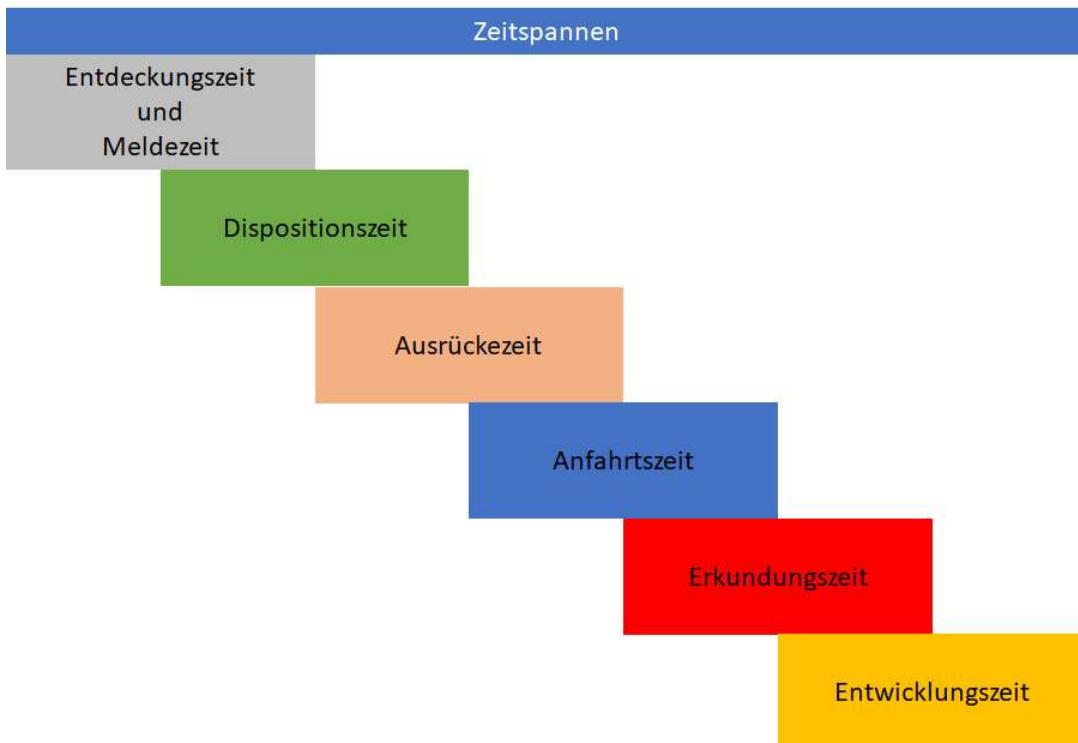


Abb. 2: Zeitspannen nach AGBF; eigene Darstellung

3.4 Rauchwarnmelder

Ein Rauchwarnmelder (RWM), der umgangssprachlich auch Heimrauchmelder genannt wird, warnt Personen frühzeitig vor Brandrauch in einer Wohnung bzw. Nutzungseinheit. Dadurch können sich die Personen selbstständig rechtzeitig aus dem Gefahrenbereich einer Brandwohnung retten. Die technisch verbindlichen Mindestanforderungen für Rauchwarnmelder sind in der DIN EN 14604 geregelt. Der Alarmauslöse-Zeitpunkt eines Rauchwarnmelders ist abhängig vom eingestellten Rauchdichteschwellenwert des Herstellers. Derzeit wird für die Brandfrüherkennung in Wohnungen die Brandkenngröße 'Rauch' als Erkennungsmerkmal zur Detektion von Feuer angewandt. Um eine quantifizierbare Aussage zur Brandentdeckungszeit zu machen, ist die Ansprechzeit von Rauchwarnmeldern entscheidend. Ein Blick in DIN 14604 bringt zur Ansprechzeit keine genauen Erkenntnisse und Zeitangaben. Als Ansprechschwellenwert ist nach DIN 14604 die Rauchgasdichte oder Aerosoldichte für die Alarmauslösung maßgebend. Das Ansprechverhalten eines Rauchwarnmelders hängt deshalb von der Einbauposition, der Rauchentwicklung in der Entstehungsphase, dem Ort der Zündquelle, der Rauchdichte, der Raumhöhe und der Alarmschwelle der Rauchmelderkalibrierung des Herstellers ab. In der Literatur sind dazu wenige nachvollziehbare Zeitangaben für einen Wohnungsbrand zu finden.

Die Wartung der Rauchwarnmelder regeln die Landesbauordnungen. In 9 von 16 Bundesländern ist der Mieter, Bewohner oder der Eigentümer, der selbst genutzten Wohnung dafür verantwortlich. In den übrigen Bundesländern ist die Wartungspflicht generell auf den Eigentümer übertragen. [9] Mit funkbasierten Rauchwarnmeldern ermöglichen einige Hersteller die Wartung aus der Ferne, ohne die Wohnung betreten zu müssen.

3.5 Smart Home

Der Begriff Smart Home steht für technische Lösungen zur Vernetzung und Fernsteuerung von Geräten in Wohngebäuden. Es werden auch Begriffe wie „intelligentes Wohnen“ oder „eHome“ verwendet. Ziel ist es, die Lebens- und Wohnqualität, die Sicherheit und die Energieeffizienz durch automatisiertes zentrales Steuern von Abläufen oder die Bedienung aus der Ferne zu erleichtern.

Das zentrale Steuerelement des Smart Homes ist ein sogenannter Hub. Dafür werden auch Begriffe wie Gateway, Bridge, Basisstation oder Zentrale verwendet. Die unterschiedlichen Steuerzentralen der Hersteller kommunizieren über verschiedene Funkstandards. Die geläufigsten Funkstandards sind WLAN, Bluetooth, ZigBee oder Z-Wave. Durch die Vielzahl von Funkstandards ist bei dem Aufbau eines Smart Homes darauf zu achten, dass die geplanten smarten Geräte unterschiedlicher Hersteller auch eine Kompatibilität unterstützt. Geeignete Geräte lassen sich dann zentral über eine App mit einem Tablet oder Smartphone mit Internetverbindung von überall bedienen [10]. Zusätzlich lassen sich die Geräte über die Smart Speaker wie z.B: Amazon-Alexa oder Apple-Home (HomeKIT) über Sprache steuern. In Zukunft soll der ungeordnete Technik-Mix von unterschiedlichen Funkstandards beendet sein. Das neue System mit dem Namen „Matter“ soll sich als einheitliche Sprache für Smart Homes bei den Herstellern etablieren [11]. Dadurch entfällt für den Verbraucher die Kompatibilitätsfrage der gekauften Geräte mit der heimischen Bridge. Mit der Smart-Home Technik ist außer der Regelung von Licht, Heizung, Rollläden oder weiteren Elektrogeräten, auch die Steuerung von Sicherheitssystemen für Wohnungen heute schon eine mögliche Anwendung. Das regelmäßige Einschalten der Wohnungsbeleuchtung, die Rollladensteuerung zur Simulation der Anwesenheit während eines Urlaubes oder die vernetzte Kamera an der Haustür oder in der Wohnung sind nur Beispiele für die mögliche Erhöhung der Sicherheit [12]. Auch smarte Rauchwarnmelder in der Wohnung können in das Smart Home mit eingebunden werden. Bei einer Auslösung des Rauchwarnmelders kann der Wohnungsutzer auf seinem Smartphone informiert werden. Durch eine eventuelle zusätzlich vorhandene Kameraübertragung aus der Wohnung kann festgestellt werden, ob in der Wohnung wirklich eine Verrauchung vorhanden ist oder ob es sich um einen Fehlalarm handelt. Der Meldungsempfänger kann so schnellstmöglich über sein Smartphone die Feuerwehr alarmieren, auch wenn er nicht zu Hause ist. Sobald die Einsatzkräfte eintreffen, kann dann z.B. über eine smarte Türsteuerung die Haustür aus der Ferne geöffnet werden.

Bei der Vernetzung und Kommunikation des Smart Homes über das Internet ist jedoch auch die Datensicherheit zu beachten. Unbefugte könnten die eventuell vorhandenen Sicherheitslücken im System für eigene Zwecke missbrauchen. So können Kameras zur Überwachung genutzt werden oder auch Steuerungen verändert werden.

3.6 eCall

Die EU-Automobilindustrie muss seit April 2018 alle neu entwickelten Fahrzeugmodelle mit dem automatisierten Notrufsystem Emergency Call – kurz eCall – ausstatten. Mit diesem eCall-System wird bei einem schweren Verkehrsunfall mit ausgelösten Fahrzeugairbags automatisch über Mobilfunk und Satellitenortung, eine Sprachverbindung zu der einheitlichen Notrufnummer 112 oder dem Notruf Call-Center des Fahrzeugherstellers hergestellt. Es besteht aber auch die Möglichkeit, bei medizinischen Problemen eine Notrufverbindung manuell über einen Notrufknopf im Fahrzeug aufzubauen. Zusätzlich zur aufgebauten Sprachverbindung werden wichtige Daten zum Fahrzeug, Fahrtrichtung des Fahrzeugs, Anzahl der Insassen (sofern, die Sicherheitsgurte angelegt) oder die Auslöseart (manuell oder automatisch) an die Notrufleitstelle automatisch übermittelt [13].

3.7 Notruf-App Nora

In allen Bundesländern sind mit der Notruf-App Nora die Einsatzleitstellen von Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst zu erreichen. Für die Erstellung der App koordinierte und organisierte das Ministerium des Inneren des Landes Nordrhein-Westfalen zentral alle Belange der Bundesländer. Die App wurde zum Ablösen des Notruffaxes für Menschen mit eingeschränkten Sprach- und Hörfähigkeiten entwickelt, und wird nach einer aktuellen Statistik von 0,3% der Bevölkerung genutzt [14]. Zur Nutzung der App muss sich der Nutzer im Vorfeld mit seiner Mobilnummer und Namen registrieren. Beim Auslösen der Notruf-App wird der Standort des Mobilgeräts an die zuständige Einsatzleitstelle gesendet. Durch das automatisierte Abfragen von maximal fünf Fragen mit vorgefertigten Antwortoptionen in der App werden die benötigten Einsatzkräfte für den gemeldeten Notfall herausgefiltert. Nach dem Absenden des Notrufes können mit dem Disponenten in der Einsatzleitstelle über eine Chat-Funktion weitere Informationen ausgetauscht werden. Aber auch ein Rückruf an den Notfallmeldenden ist möglich. Zukünftig sollen weitere technische Möglichkeiten geschaffen werden die Notruf-App mit themenverwandten Apps und/oder technischen Anwendungen zu verknüpfen. [15] In den Leitstellen sind derzeit keine Schnittstellen zwischen Nora-Annahmesystem und den Einsatzleitsystemen vorhanden. Dadurch entfällt eine automatisierte, zeitsparende und fehlerfreie Datenübernahme ins Einsatzleitsystem. Die Dispositionszeit kann damit nicht verkürzt werden.

3.8 Advanced Mobile Location (AML)

Wird ein Notruf an die 112 per Smartphone abgesetzt, so besteht seit Oktober 2019 in Deutschland die Möglichkeit für die Leitstellen mit dem Notrufsystem AML den Standort des Anrufers automatisch zu erkennen. Durch AML werden die Standortdaten des Anrufers über das Mobilfunknetz automatisch an die Leitstelle weitergegeben und auf einer Karte dargestellt. Weiß ein Anrufer selbst nicht, wo er sich genau befindet, so soll laut Aussage der Provider das System den Anrufer bis auf wenige Meter genau orten können. Die AML Standortdaten basieren auf den aktuellen GPS-Koordinaten des Anrufers und nicht mehr wie bisher auf die grobe Ortung über die nächstgelegenen Funkzellen. Mit dieser Technik können die

Einsatzkräfte an einen relativ exakten Einsatzort alarmiert werden. [16]. Eine Schnittstelle zur automatischen Übernahme der Standortdaten in das Einsatzleitrechnersystem der Leitstelle ist nicht vorhanden, d.h. die Adressdaten müssen händisch ins System übertragen werden. Eine Zeitersparnis bei der Dispositionenzeit ist mit der derzeitigen Technik nicht erkennbar.

4 Ist Zustand

4.1 Bedarfsplanung - Zeit bis zur Alarmierung

Die alte AGBF Empfehlung für „Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehr in Städten“ aus dem Jahr 1998 legte damals die Zeitspannen der Entdeckungszeit und Meldezeit mit 3,5 Minuten fest. Der Ursprung für die AGBF Annahme als Zeitspanne ist die CO-Summenkurve der propagierten O.R.B.I.T. Studie von 1978. Die CO-Summenkurve legte die Zeit bei einem Brandverlauf für eine Menschenrettung aus einer verrauchten Brandwohnung mit 17 Minuten als Reanimationsgrenze bei einer Kohlenmonoxidvergiftung fest. Das Eintreffen der ersten Einsatzkräfte wurde mit 13 Minuten festgeschrieben. Diese Studie wurde in der alten AGBF Empfehlung für einen kritischen Wohnungsbrand im Obergeschoß empfohlen [17]. Können mit neuer Technik zukünftig die Zeit bis zur Alarmierung mit den Zeitpunkten des Brandausbruchs, der Brandentstehung und der Brandmeldung bestimmt und eventuell verkürzt werden, so steht der Feuerwehr mehr Zeit für die Hilfsfrist zur Verfügung. Dadurch können Brände bei einem schnellen Eingreifen evtl. noch in der Entstehungsphase bekämpft und der Brandschaden minimal gehalten werden.

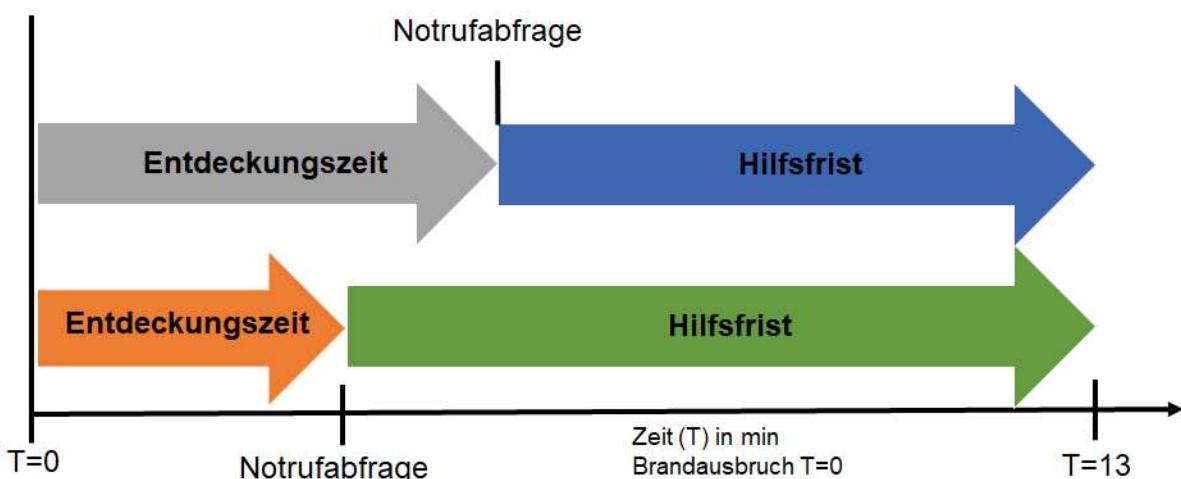


Abb. 3: Zeitvergleich Verkürzung Entdeckungszeit zur Hilfsfrist; eigene Darstellung

Das Forschungsprojekt TIBRO des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) befasste sich vom 01.04.2012 bis zum 30.06.2015, mit der Zielsetzung, die sogenannte ORBIT Studie aus dem Jahr 1978 zu überprüfen, neue Instrumente für die Feuerwehrbedarfsplanung zu entwickeln und zu etablieren. In Kurzfassung war das Ergebnis der TIBRO Studie, der Wegfall der CO-Summenkurve in der AGBF Empfehlung „Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten“. Die Studie konnte jedoch keine abgesicherte Länge der Zeitspanne vom Brandausbruch bis zur Alarmierung liefern. Statistiken aus dem Ausland wie z.B. der

Feuerwehr London zeigen, dass die Zeit zwischen Brandausbruch und Branddetektion auch mehrere Stunden betragen kann [18, 19]. Daraus lässt sich erkennen, dass der Verlauf eines Brandes sehr vielschichtig und komplex sein kann und dass die Detektion und Warnung bei langsam entstehenden Brandkenngrößen mit der bestehenden Rauchwarnmeldertechnik teilweise nicht ausreichend ist. Die aktuelle AGBF Empfehlung aus 2015 legt für den Zeitraum der Brandentdeckung und Meldezeit keine explizite Zeitspanne mehr fest. Aus diesem Grund wird in aktuellen Brandschutzbedarfsplanungen diese Zeiten nicht mehr berücksichtigt. In der Regel werden als Planungsziele nur die, durch die Feuerwehr beeinflussbaren Zeiten bei der Hilfsfrist angenommen und betrachtet. Die beeinflussbaren Zeitspannen der Hilfsfrist sind die Notrufannahme mit der Dispositionszeit, die Alarmierung mit der Ausrückezeit und das Ausrücken der ersten Einsatzkräfte mit der Fahrzeit. Mit diesen Zeiten ist in den jeweiligen Bedarfsplanungen für die unterschiedlichen Risiken und angenommenen Einsatzszenarien ein Erreichungsgrad definiert.

4.2 Rauchwarnmelderpflicht

In allen 16 Bundesländern besteht gemäß den jeweiligen Landesbauordnungen die Rauchwarnmelderpflicht (RWM-Pflicht) für Wohnungen. Rauchwarnmelder sollen Brandrauch frühzeitig in Schlafzimmern, Kinderzimmern und Fluren über die Rettungswege führen, erkennen und die Menschen warnen, um sich selbst rechtzeitig aus dem Gefahrenbereich zu retten. Durch das föderale System in Deutschland wurde 2003 die RWM-Pflicht als erstes in Rheinland-Pfalz eingeführt. Im Jahr 2017 schlossen sich Berlin und Brandenburg als letzte Bundesländer der RWM-Pflicht an. Wie viele deutsche Haushalte derzeit wirklich mit Rauchwarnmeldern ausgestattet sind, lässt sich wegen einer fehlenden verlässlichen Statistik des statistischen Bundesamtes nicht verifizieren. Nach einer Umfrage eines Rauchwarnmelder-Herstellers im Jahr 2021 sollen mindestens 96% der Haushalte in Mehrfamilienhäusern mit Rauchwarnmeldern ausgestattet sein. Fast ein Fünftel der Befragten bemängelten jedoch technische Störungen an den Geräten. [20] Der Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Niedersachsen berichtet von einer Felderhebung im Jahr 2020, dass in Niedersachsen in den Haushalten der Ein- oder Zweifamilienhäusern weniger als die Hälfte mit keinem oder falsch installierten Rauchwarnmeldern ausgestattet sind [21]. Das bedeutet, dass z.B. Wohnungsgesellschaften als Wohnungsvermieter für Mehrfamilienhäusern der Ausstattungspflicht großflächig nachkommen und bei den Eigentümern oder Haushalten in Ein- und Zweifamilienhäusern eine weitere Aufklärung notwendig ist.

Zur Einführung der Rauchwarnmelderpflicht stellt der damalige leitende Branddirektor Frieder Kircher der Berliner Feuerwehr in der deutschen Feuerwehrzeitung „Brandschutz“ im Juni 2011 die provokante Frage: „Machen Rauchwarnmelder die Feuerwehr überflüssig?“ [22] In seinem Bericht wird durch die flächendeckende Einführung der Rauchwarnmelderpflicht die mögliche Verkürzung der Hilfsfrist betrachtet. Bedrohte Menschen könnten früher aus der Brandwohnung fliehen und hätten mehr Zeit für eine Selbstrettung bis die Feuerwehr eintrifft. Für diese Facharbeit bedeutet das, dass sich eine Verlängerung der Hilfsfrist ergeben

könnte. In ländlichen Gebieten oder auch in dichtbebauten Städten werden diese gewonnenen Sekunden jedoch in der heutigen Zeit durch längere Anfahrzeiten oder enge und dicht befahrene Straßen schnell aufgebraucht. Rauchwarnmelder haben deshalb keine nennenswerten Auswirkungen auf die Hilfsfrist und können auch die Feuerwehr nicht überflüssig machen.

4.3 Nutzung von Smart Home Anwendungen

In deutschen Haushalten finden sich hauptsächlich Licht- und Lampensteuerungen als Smart Home fähigen Geräte. Seit dem massiven Anstieg der Energiepreise sind bei vielen Verbrauchern Überlegungen für Energiesparmaßnahmen zum wichtigen Thema geworden. Smart Home-Techniken können hierbei durch effizientes Steuern von z.B. Heizungsanlagen den Energieverbrauch verringern und optimieren. Für die Gebäude- und Wohnungssicherheit sind jedoch weitere Komponenten erforderlich, um für die Feuerwehr eine nutzbare Smart Home-Landschaft zu schaffen und eventuell auch Zeiten für die Bedarfsplanung besser planbar zu machen. Folgende Smart Home-Komponenten sind für die Sicherheit relevant:

- Alarmanlagen
- Kameras und Kamerasteuerungen
- Bewegungsmelder
- Strom-Austaster
- Fenster- und Türsensoren
- Gassensoren
- Rollladensteuerungen
- Wärmemelder
- Kontrolle von Elektrogeräten
- Licht- und Lampensteuerung
- Rauchwarnmelder
- Wassermelder

Zusätzlich können auch Smartphones und Smartwatches zu wichtigen Sicherheitsbausteinen im Smart Home gehören. Hiermit wäre die Anwesenheit von Personen in einer Wohnung mit der Smart Home-Technik nachweisbar. Nach einer im September 2022 veröffentlichten Umfrage durch den Digitalverband Bitkom e.V. nutzen schon 43% der Bundesbürger mindestens eine smarte Anwendung in ihren Wohnungen (siehe Anhang A2). Hierbei handelt es sich in der Regel um intelligente Lampen und Leuchten.

Bei dem Thema Sicherheit setzen 25% der Smart Home-Anwender auf eine smarte Videoüberwachung und Alarmanlagen. Das intelligente Hausnotruf-System für Senioren ist mit 6% sehr gering vertreten, genauso wie die smarten Rauchwarnmelder nur 5% der Deutschen in den Wohnungen installiert haben. Insgesamt ist der Markt der Smart Home-Technologie in den letzten Jahren stetig gewachsen. Die Generation 65+ ist jedoch in der Nutzung der Technik mit 18% gering vertreten. Bei den smarten Sicherheitskomponenten besteht in den nächsten Jahren noch ein großes Wachstums- und Entwicklungspotenzial [23]. Diese Werte

geben eine sehr geringe flächenmäßige Abdeckung an erforderlicher Smart Home-Sicherheitstechnik wieder. Für eine repräsentative statistische Auswertung der Technik bei der Brandschutzbedarfsplanung ist die Durchdringung derzeit zu gering.

5 Forschungsprojekte

In den letzten Jahren wurde z.B. durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mehrere Forschungsprojekte in dem Gebiet neue Techniken in der Brandfrüherkennung und innovative vernetzte Sicherheitslösungen zur zeitnahen Alarmierung der Feuerwehr gefördert und durchgeführt. Die Forschungsstudien werden nachstehend kurz vorgestellt.

5.1 TEBRAS

TEBRAS = Techniken zur Branderkennung, Bekämpfung und Selbstrettung in der frühesten Brandphase. Das Forschungsprojekt TEBRAS, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, wurde vom Oktober 2016 bis Januar 2020 durchgeführt. Mit mehreren Kooperationspartnern hat die Otto von Guericke Universität Magdeburg, die Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung, die Firma Hekatron GmbH, die Firma Minimax GmbH&Co. KG, die Siemens AG und die Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutz e.V. (vfdb) an der Studie mitgewirkt.

In modernen Wohnungseinrichtungen findet sich heutzutage ein großer Materialmix aus diversen Kunststoffen, Holz und Holzwerkstoffen und weiteren brennbaren Materialien. Zusätzlich ist eine stetig steigende Anzahl von Elektrogeräten in den Haushalten zu finden, die in der Regel mit einem Kunststoffgehäuse bekleidet sind. Dadurch können sich Brände in Wohnungen heutzutage viel schneller entwickeln und ausbreiten, als es noch vor ca. 30 Jahren der Fall war [24]. Die Zielvorgabe des Projektes TEBRAS war es, Brände durch eine neue Brandmeldetechnik schon in der frühestmöglichen Entstehungsphase zu erkennen, die Zeit für eine Selbstrettung zu reduzieren, die Zeit bis zur Alarmierung der Feuerwehr zu verkürzen und die möglichen Fehlalarme durch angepasste Rauchmeldertechnik zu minimieren. Mit den gewonnenen Erkenntnissen über die Eigenschaften und Merkmale eines Entstehungsbrandes sollten Kenngrößen identifiziert werden, die eine frühzeitige Detektion sicherstellen. Weiteres Ziel war es, die Selbsthilfemöglichkeiten in der Bevölkerung zu stärken, Entstehungsbrände rechtzeitig mit Selbsthilfemitteln zu löschen und dadurch die Feuerwehr eventuell zu entlasten. Aus diesem Grund wurde auch die Handhabung von Löschsprays untersucht.

In einem Brandhaus wurden die Ausbreitung und neue Detektionsmöglichkeiten von diversen Brandgasen im Raum im Vergleich zum Brandrauch untersucht. Dazu wurden Schmelzbrandversuche mit einer Holzbrandkrippe und einer Mischbrandkrippe², bestehend aus Holz und Kunststoffen durchgeführt. Messungen von Rauchdichte, Kohlenmonoxid und Temperatur erfolgte mit unterschiedlich

² Mischbrandkrippe bestehend aus einem Materialmix von Kunststoffen und Holzwerkstoffen, die in einer modernen Wohnungseinrichtung zu finden sind.

ausgestatteten Rauchmeldern. Dadurch konnte eine Abhängigkeit von der Zeit zur CO-Konzentration, Temperatur und Rauchdichte aufgezeichnet werden. Zusätzlich zur Detektion über die beschriebenen Rauchmelder wurde ein Messsystem zur Gasanalyse eingesetzt [25]. Die Versuche brachten folgende Erkenntnisse [26]:

- Brandrauch und Brandgase sind in der Brandfrühphase als Brandkenngröße gut geeignet.
- Die Zusammensetzung, Art und Emission der Brandgase ist abhängig von der Brandlast und der Temperatur.
- Zur Detektion von Brandgasen in der Brandfrühphase werden empfindliche Messsensoren von wenigen ppm benötigt.
- Bei einem reinen Holzbrand ist in der Brandfrühphase mit einem deutlich höheren Konzentrationsanteil an Kohlenmonoxid CO, als bei einem reinen Kunststoffbrand zu rechnen.
- In der Brandfrühphase sind Brandgase und Rauch unterschiedlich im Raum verteilt.
- Die Detektion an der Raumdecke hat sich auch in der Brandfrühphase bewährt.

„Abschließend konnte festgestellt werden, dass Brandgase sicherer zu detektieren sind als Brandrauch. Auch die Gefahr der Fehlalarme sind bei Gasmeldern geringer als bei Rauchwarnmeldern“, so Hahn [27]. Gemäß der Forschungsstudie lässt sich der zeitliche Verlauf von der Brandentstehung bis zur Brandentdeckung durch Rauchwarnmelder nicht zuverlässig prognostizieren.

5.2 IRIS

„Intelligente Rettung im Smart Home“ so der Titel des Forschungsprojektes des BMBF, das vom Oktober 2017 bis September 2020 als Verbundprojekt mit verschiedenen Partnern durchgeführt wurde. Ziel des Projektes war es, die vorhandenen Informationen eines Smart Homes zukünftig den anrückenden Einsatzkräften und der Leitstelle der Feuerwehr bei einem kritischen Wohnungsbrand so schnell wie möglich in einem kompakten System auf einem Einsatztablet technisch zur Verfügung zu stellen. Über intelligente Sensoren, vollflächige smarte Rauchwarnmeldertechnik und der Verbindung zur Smart Home-Technik kann eine Brandentstehung schneller und zuverlässiger als mit der gesetzlichen Ausstattung festgestellt und eventuelle Personen in der Brandwohnung geortet werden. Bei einem Brandalarm kann aber auch heute schon ein Smart Home mit einer programmierten Ablaufabfolge den Wohnungsnutzer frühzeitig über eine Alarmierung per Telefon oder App warnen. Inwieweit eine Alarmmeldung aus einen Smart Home zukünftig bzw. nach einer Prüfung durch den Bewohner über eine Datenschnittstelle direkt an die Feuerwehrleitstelle weitergeleitet werden könnte, ist zu evaluieren. Angelehnt an die Technik der Brandmeldeanlage nach DIN 14675 mit Aufschaltung zur Feuerwehrleitstelle oder auch des eCall-Systems aus der Automobilindustrie können über Schnittstellen wertvolle Informationen des Smart Homes direkt an den Disponenten übermittelt und so einen Zeitvorteil generiert werden. Durch das Weitergeben von Objektinformationen wie z.B. der Adresse oder des Grundrisses, aber auch von variablen Informationen wie des Standorts des

ausgelösten Rauchwarnmelders, Live-Kamerabilder aus der Wohnung oder die aktuelle Personenanzahl, kann der Disponent bei ausreichenden Informationen die Lage schnell einschätzen und die geeignete erforderliche Anzahl Feuerwehreinsatzkräfte alarmieren. Zusätzlich können für die Rettungs- und Angriffswege Türen automatisch entriegelt werden. Das zeitaufwendige gewaltsame Öffnen einer Wohnungstür kann dadurch entfallen und eine Menschenrettung und Brandbekämpfung sofort eingeleitet werden. Durch eine entwickelte Einsatzunterstützungssoftware (Tablet-App) kann der Einsatzleiter auf der Anfahrt auch auf die bereitgestellten Informationen des Smart Homes wie z.B. Zugänglichkeiten zum Brandobjekt oder Grundriss der Brandwohnung zugreifen. Dadurch wird das Objekt gläsern. Erste Einsatzmaßnahmen können vorgeplant und Angriffstrupps effizienter eingesetzt werden. Ggf. kann der Kräfteansatz bei der Erstalarmierung entsprechend angepasst werden. Die Tablet-App ist so ausgestattet, dass auch der Einsatzleiter vollen Zugriff auf die Smart Home-Geräte hat. Hiermit kann die Tür eventuell erst beim Eintreffen geöffnet werden, falls sich niemand in der Wohnung befindet. Die Projektergebnisse wurden bei einem Versuchstag im November 2019 in der Übungshalle des IdF Münster praktisch überprüft. In einer komplett ausgestatteten Smart Home-Wohnung im 1. Obergeschoss fand ein simulierter Wohnungsbrand statt. Die Übungen mit der Tablet-Software-Unterstützung haben den Führungskräften gezeigt, dass eine Menschenrettung durch den frühzeitigen Informationsgewinn schneller durchgeführt werden kann. [28] [29]. Mit diesen Erkenntnissen ist eine Überprüfung und Anpassung der Einsatztaktik erforderlich. Für das Planungsziel Einsatzmittel der Brandschutzbedarfsplanung könnten sich dadurch ggf. Anpassungen ergeben. Hierzu sind weitere detaillierte Untersuchungen notwendig.

5.3 INSPIRE

Die „Integrierte Sicherheits-Pilot Region“ (INSPIRE) ist ein Forschungsprojekt des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie Nordrhein-Westfalen. Am 26.10.2022 fand dazu die Ergebnispräsentation der Projektpartner in Paderborn statt. Das Projekt bestand aus mehreren Teilprojekten (Arbeitspaketen):

- Entwicklung des INSPIRE Hub und der INSPIRE App als mobiles Führungs- und Informationssystem, welche auf Informationen und Steuerungsmöglichkeiten aus den Teilprojekten zugreift.
- Eine Anwendung zur Verbindung und Datenzugriff auf ein Smart Home mit Funktionssteuerung, nach Datenfreigabe durch den Nutzer.
- Automatisierte Steuerung von Drohnen im Einsatz
- Personenstrommessungen bei Großveranstaltungen
- Auswerten von großen Datenmengen aus den Social-Media-Kanälen, z.B. bei Flächenlagen [30].

Es stellte sich aber heraus, dass INSPIRE auf eine Zeitoptimierung erst nach der Alarmierung ansetzt. Dadurch ergaben sich für diese Facharbeit keine relevanten Ergebnisse.

5.4 A.D.Le.R.

Ein weiteres Forschungsprojekt des BMBF befasst sich mit dem Thema automatisierte Detektions-, Melde- und Leitsysteme für Rettungskräfte – Rettungskette neu denken (A.D.Le.R). Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, mit einer intelligenten, innovativen Technik die Sicherheit für ältere Menschen und Menschen mit Behinderung zu untersuchen und die Rettungskette bei Brändeinsätzen und Rettungsdiensteinsätzen effizient zu gestalten [31]. Mit mehreren Kooperationspartnern und der Verbundkoordination durch das Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie der Stadt Dortmund wurde das Projekt vom Juni 2021 bis November 2022 durchgeführt. Durch das Erforschen intelligenter Lösungen wird eine Optimierung der Rettungskette im Rettungsdienst geprüft. Dadurch soll sich die Entdeckungs- und Meldezeit mit einer automatischen Aktivierung der Rettungskette verkürzt werden und die Einsatzkräfte durch digitale Anwendungen schneller an den Einsatzort herangeführt werden. Zur praktischen Erprobung wird in Dortmund eine Musterwohnung der Lebenshilfe mit Sicherheitssensoren-Technik ausgestattet. Mit der Überwachung soll durch die Technik auf ältere Menschen „aufgepasst“ und nicht in den täglichen Alltag eingegriffen werden [32]. Die zeitintensive Recherche zu diesem Forschungsprojekt ergab allerdings keine quantitativen Ergebnisse für diese Facharbeit.

6 Untersuchung der Zeitspanne bis zur Entdeckung eines Brandes

Die Brandentdeckungszeit ist praktisch und wissenschaftlich mit unterschiedlichen Brandverläufen mit den derzeitigen Erkenntnissen nicht bestimmbar. Die Zeit beginnt mit dem Brandausbruch und endet bei der ersten Detektion bzw. ersten Entdeckung durch Personen. Durch die wesentlichen Einflussfaktoren eines Schadenfeuers wie z.B. ausreichender Brandlast, Zündtemperatur, die Entzündbarkeit des Stoffes, der Ventilation im Brandraum und der Anordnung der Brandlasten im Raum kann ein Schwelbrand über Stunden unentdeckt bleiben oder sich rasant entwickeln. Auch ein ausgelöster Rauchwarnmelder kann die Zeitspanne bis zur Brandmeldung bei Abwesenheit von Personen nicht verkürzen.

6.1 Brandentdeckung- und Meldezeit

In der zur Verfügung stehenden Fachliteratur lassen sich nur wenig quantitative Ansätze zur Zeitspanne der Brandentdeckung und Meldezeit finden. Als Referenz wird ausschließlich die Literatur von Holborn et.al [19] für Vergleichswerte der Zeitspannen herangezogen. Bei einer Untersuchung wurden über einen Zeitraum von fünf Jahren Daten der Londoner Feuerwehr von 2044 Brändeinsätzen ausgewertet. Hierbei versuchten die Brandermittler den Zeitpunkt des Brandausbruchs durch Zurückrechnung oder Abschätzung festzulegen. In vielen Fällen war es aber ein Ergebnis aus einem erfahrenen Urteilsvermögen in der Brandanalyse und Aussagen von Augenzeugen. Die Londoner Ergebnisse der Brandentdeckungszeit lagen in einem Zeitraum von wenigen Sekunden bis über

sieben Stunden. Die zeitlichen großen Schwankungen begründen die Autoren mit langsamem Schwellbränden durch die unterschiedlichen Brandursachen [19].

Elektrische Geräte und elektrische Stromverteilerleisten sind eine der häufigsten Brandursachen in Deutschland. Bei Überhitzungen kann das Gerät im Kunststoffgehäuse selbst oder durch Wärmestrahlung als Zündquelle für brennbare Materialien im nahen Umkreis dienen. Die zweithäufigste Brandursache ist das menschliche Fehlverhalten wie z.B. ein unachtsamer Umgang mit offenen Flammen, die liegengelassene brennende Zigarette oder das vergessene eingeschaltete Bügeleisen [33]. Hierdurch können sich die leicht entzündlichen Textilien, Kissen, Polstermöbel oder Matratzen in einer Wohnung in kürzester Zeit entzünden und sich zu einem ausgedehnten Zimmerbrand entwickeln. Bei der Londoner Untersuchung konnten von den 2044 Datensätzen nur bei 584 Bränden Messergebnisse für die Zeitspanne vom Brandausbruch bis zur Entdeckung dokumentiert werden. Der Median der Messreihe lag bei 4:00 Minuten vom Brandausbruch bis zur Entdeckung. Für die schwer zu ermittelnde Meldezeit gilt die Annahme aus 1651 Messergebnissen von 2:00 Minuten.

Zeitraum zwischen...	Anzahl N	Min [hh:mm:ss]	Max [hh:mm:ss]	Median [hh:mm:ss]	Mittelwert [hh:mm:ss]	Std.abw. [hh:mm:ss]
Brandausbruch bis Entdeckung Brandentdeckungszeit	584	00:00:00	07:10:00	00:04:00	00:16:12	00:50:54
Entdeckung und Alarmmeldung Meldezeit	1.651	00:00:00	00:48:00	00:02:00	00:02:12	00:02:36

Tabelle 1: Brandentdeckungs- und Meldezeit bei Wohnungsbränden; Quelle: [29]

Um die ermittelten Zeiten mit Deutschland zu vergleichen, kann die Verbreitung der Rauchwarnmelder in englischen Wohnungen (seit 1992 Pflicht) als Vergleichswert herangezogen werden. In dem Untersuchungszeitraum waren in England ca. 70% der Haushalte mit Rauchwarnmeldern ausgestattet [34]. Nach einem Umfrageergebnis von [20] und [21] geht man derzeit (2022) in deutschen Mehrfamilienhäusern von ca. 95% und in Ein- bis Zweifamilienhäusern von ca. 50% Ausstattungsgrad aus. Eine statistische Auswertung zur Rauchwarnmelder-Ausstattung in Deutschland vom Statistischen Bundesamt fehlt allerdings. Der Rauchwarnmelder-Ausstattungsgrad gibt aber nur wieder, dass die Menschen in ihren Wohnungen frühzeitig vor einem Brand gewarnt werden können. Einen Rückschluss auf eine zeitnahe Alarmierung der Feuerwehreinsatzkräfte also die Meldezeit, kann daraus jedoch nicht geschlossen werden.

6.2 Brandfrühphase

„Die Brandfrühphase ist die Phase eines Brandes, bei der es bereits zu einer thermischen Zersetzung und zur Freisetzung von Brandgasen und/Rauch, ohne das Auftreten von Flammen kommt“ [35] Zur Brandfrühphase (Siehe Abbildung im Anhang A4) hatte aktuell das Forschungsprojekt TEBRAS mit einer konzeptionellen, experimentellen Untersuchung die sehr komplexe Brandentstehung und die

Ermittlung von langsam entstehenden und sich ausbreitender Brandkenngrößen in der Brandfrühphase erforscht [36]. Ein offenerer Brand kann sich ganz unterschiedlich entwickeln, bis ein Brand sichtbar wird. Bei einem sogenannten Schwellbrand handelt es sich um eine langsame thermisch-organische Reaktion, bei der sich ein Brand bei geringer Sauerstoffzufuhr und/oder geringen Verbrennungstemperaturen entwickelt. Mit einem Detektionsvergleich von der herkömmlichen Rauchmeldertechnik, Rauchmeldern mit CO Sensoren und Detektionstechnik von unterschiedlichen Brandgasen wurde bei dem Projekt die Rauch- und Gasausbreitung in einem Versuchsbrandraum erforscht. Als umfassendes Forschungsergebnis wurde die DIN SPEC 91429 [35] von den Projektbeteiligten erarbeitet.

In der DIN SPEC 91429 wird in einer „Brandlabor“-Umgebung der Ausbreitungsvergleich von Brandrauch und CO als das Referenzszenario beim Schwellbrandversuch mit einer Mischbrandkrippe und einer Buchenholzkrippe ausführlich untersucht und dargestellt. Als Alarmschwelle der eingesetzten Meldertechnik wurden als Kenngröße 30% für den Rauchdichteschwellenwert und 10 ppm für CO ausgewählt. Bei den Versuchen werden als erstes diese Grenzwerte an der Decke des Versuchsraumes erreicht. Bei dem Holzbrand dauert es zwischen 7 und 50 Minuten (abhängig von der Zersetzungstemperatur), bis die Alarmgrenze von 10 ppm CO erreicht wird und beim Rauch zwischen 4 und mehr als 70 Minuten. Eine Rauch- und CO-Verlaufskurve in Abhängigkeit zur Brandtemperatur zeigt Anhang A6.

6.3 Ansprechzeit von Rauchwarnmeldern

Um genauere Reaktionszeiten von Rauchwarnmeldern bei realen Wohnungsbränden zu erhalten, nahm Lüke in seiner Studienarbeit „Die Anbindung des SmartHomes an die Feuerwehr im Einsatzfall: Konzeptionierung automatischer Reaktion und Analyse von potenziellen erreichbaren Zeitvorteilen“ [29] einen Forschungsbericht aus den USA von Bukowski et.al. [37] als Referenz dazu. Bukowski et.al. haben mehrere aufwendige reale Wohnungsbrandversuche durchgeführt und so eine zeitliche Messdatenreihe zur Auswertung erhalten. Bei den Brandversuchen wurden unterschiedliche Meldertypen und -arten mit drei verschiedenen Ausstattungsleveln getestet. Melder nur im Flur, Flur und Schlafzimmer, Flur und alle Räume. Für Deutschland wäre die Ausstattung Flur und Schlafzimmer vergleichbar. Bei einer Rauchmeldervollausstattung (alle Räume mit RWM) findet Lüke [29] eine Rauchwarnmelder-Ansprechzeit von 3:39 Minuten aus den Messprotokollen heraus. Die Rauchmelder-Vollausstattung setzt er mit der Ausstattung eines Reverenz Smart Homes gleich.

In der Dissertation „Untersuchung zur Brandentstehung und Brandausbreitung von Wohnungsbränden“ analysierte Kadulka [38] bei Realbrandversuchen auch die Rauchmelderansprechzeit. Hierzu wählte Kadulka zwei unterschiedliche stoffliche Zusammensetzungen für Einrichtungsgegenstände. Bei der aus den Jahren 1960 bis 1970 stammenden Einrichtung überwiegt der Massivholzanteil mit einem geringen Anteil an Bezugsstoffen. Der Materialmix der modernen und aktuellen Einrichtung besteht aus mit Kunststoffen und Lacken beschichteten Holzwerkstoffen, großflächigen Polsterbezügen und weiteren polymeren Gegenständen. Bei den Brandversuchen konnte für die ältere Einrichtung eine Auslösezeit von 4:28 Minuten und bei der modernen Ausstattung eine Zeit von 3:20 Minuten gemessen werden. [38, p. 91] Beim Vergleich der Zeitanalysen von Lüke und Kadulka, sind die Messergebnisse ähnlich. Die Realbrandversuche zeigen aber auch, dass sich Wohnungsbrände heutzutage schneller entwickeln, ausbreiten und intensiver mit hoher Hitze brennen.

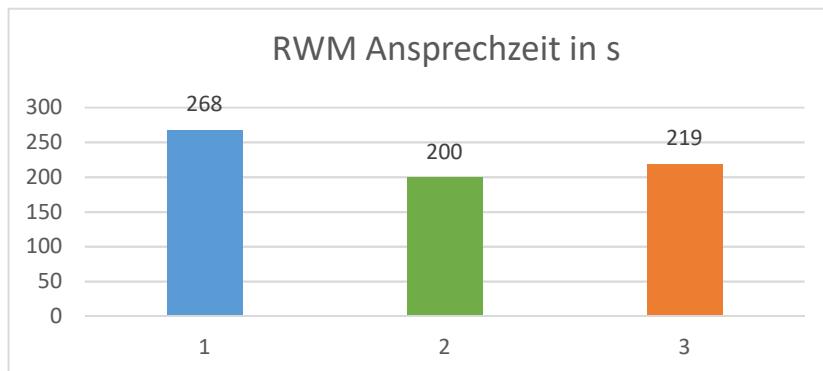


Abb. 4 : Vergleich Ansprechzeit Rauchwarnmelder: 1= Einrichtung von 1970; 2 und 3 = moderne Einrichtung; eigene Darstellung

7 Ergebnisse

Bei einem sich langsam entwickelnden Schwellenbrand können die Brandversuche mit einer Mischbrandkrippe zur DIN SPEC 91429 keine eindeutigen Zeitvorteile durch die Vergleichsdetektion von CO und Rauch liefern. Die ermittelten Entdeckungszeiten von CO liegen deutlich über den Ansprechzeiten der Rauchwarnmelder. Die vorgegebenen Rahmenbedingungen aus der Testumgebung können jedoch nicht auf jede örtliche Umgebung angewendet werden.

Bei realen Wohnungsbrandversuchen mit offener Flamme detektierten handelsübliche Rauchwarnmelder schnell einen Entstehungsbrand. Im Ergebnisvergleich zwischen den Brandversuchen aus Kadulka [38] und Lükes [29] Analysen von Bukowskis et.al. [37] Brandversuchen ergeben sich bei einer moderneren Wohnungseinrichtung annähernd gleiche Ansprechzeiten der Rauchwarnmelder von etwas weniger als vier Minuten im Raum der Brandentstehung.

Im Kapitel 5.2 vorgestellten Forschungsprojekt IRIS wird durch die Anbindung von einer hohen Anzahl Brandsensoren an die Smart Home-Technik ein Alarm direkt oder indirekt an die Feuerwehrleitstelle weitergeleitet. Hierdurch kann die Meldezeit minimiert oder bei einer automatischen Weiterleitung wie bei einer

Brandmeldeanlage (BMA) nach DIN 14675 komplett entfallen. Nach der Studienarbeit von Lüke [29] zum Forschungsprojekt IRIS kann bei einem Einsatz einer Smart Home-Technik 3:39 Minuten als Brandentdeckungszeit (4:00 – 3:39 = 0:21 Minuten Zeitgewinn) und 30 Sekunden als Meldezeit angenommen werden. Daraus ergibt sich bei seiner angenommenen Meldezeit von 2 Minuten ein Zeitgewinn von 1,5 Minuten. Das bedeutet, dass für eine mit Smart Home- und Sensorentechnik vollflächig ausgestattete Wohnung die Brandentdeckungs- und Meldezeit eine Zeitersparnis von 1:51 Minuten (1:30+0:21 Minuten) als Planungsgröße in der Bedarfsplanung angenommen werden kann.

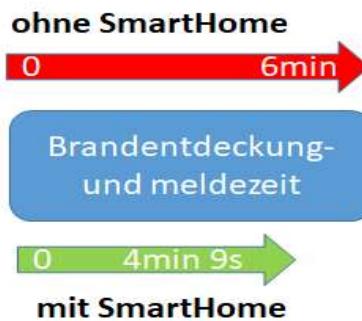


Abb. 5: Brandentdeckungs- und Meldezeit mit Smart-Home Technik;
eigene Darstellung

Aus den Ergebnissen ist zu erkennen, dass eine normale Rauchwarnmelder-Ausstattung in Wohnungen durch die komplexen und differenzierten Brandverläufe mit ca. vier Minuten Reaktionszeit keine nennenswerte Zeitersparnis in der Zeitspanne gegenüber dem festgestellten Median der Messreihe in Tabelle 1 von vier Minuten zur Brandentstehung einbringt. Auch durch das Absetzen des Notrufes über ein Mobiltelefon ist keine Zeitersparnis bei der Meldezeit erkennbar bzw. nicht abzuleiten. Mit diesen Erkenntnissen, der sehr unterschiedlichen Brandverläufen und der unterschiedlichen Ausstattungen an Brandmeldetechnik in Wohnungen, bestehen derzeit keine Gründe zur Anpassung der Planungsziele der Brandschutzbedarfsplanung.

7.1 Prognose zur Brandentdeckungszeit

Die Prognose ist eine Aussage über zukünftige Entwicklungen oder Ereignisse. Um eine Prognose zu erstellen, werden in der Regel aktuelle und historische Daten analysiert, um daraus eine Vorhersage für die Zukunft zu entwickeln. Eine weitere Variante der Prognose ist eine Befragung mit einer bestimmten Personenanzahl durchzuführen und damit ein Meinungsbild als Ergebnis zu bekommen. In der Wissenschaft werden Messreihen durchgeführt und analysiert um eine Schätzung für zukünftige Ergebnisse abgeben zu können.

Um für die Zeit von der Brandentstehung bis zur Brandentdeckung eine quantitative Prognose abgeben zu können, wurden für diese Facharbeit Ergebnisse aus Statistiken, Forschungen, Studienarbeiten und Dissertationen zusammengetragen. Aus den ermittelten Messdaten, wie sich die Zeitspannen der Brandentdeckungs- und Meldezeit auswirken kann, wenn eine Brandfrüherkennung mit

Rauchwarnmeldern oder Smart Home-Technik in den Wohnungen vorhanden sind, wurde im Kapitel 6 analysiert. Der Zeitwert für die Brandentdeckungs- und Meldezeit von 6:00 Minuten ohne Smart Home-Ausstattung und 4:09 Min mit Smart Home-Ausstattung ist aber nur ein Durchschnittswert aus unterschiedlichen Quellen, der als Tendenz bewertet werden kann. Mit dieser Feststellung lässt sich keine verlässliche Prognose zur Brandentdeckung- und Meldezeit abgeben. Sollte eine Brandmeldung nicht automatisch aus einem Smart Home an die Feuerwehrleitstelle weitergeleitet werden, so spielt immer der Faktor Mensch eine wichtige Rolle, dessen Verhalten in einer Stresssituation jedoch nicht vorhersehbar ist. Für eine verlässliche Prognose der Zeitspannen 'Brandentdeckungs- und Meldezeit' in Verbindung mit der Smart Home-Technik sind weitreichendere Untersuchungen erforderlich.

7.2 Konsequenzen für die Brandschutzbedarfsplanung

Mit einer Brandschutzbedarfsplanung wird in den Städten und Kommunen mit dem Bezug des Gefährdungspotentials der Bedarf an Technik, Standorten und Organisation für die Feuerwehr festgelegt. Die Planungsziele Hilfsfrist, Funktionsstärke, Einsatzmittel und Erreichungsgrad sind dabei für standardisierte Schadensereignisse maßgebend. Die Hilfsfrist mit ihren Zeitspannen der Dispositionszeit, Ausrücke- und Anfahrtszeit lässt sich zeitlich von der Feuerwehr beeinflussen. Die Zeitspanne vom Brandausbruch bis zum Notruf-Meldungseingang ist bei einem Wohnungsbrand jedoch abhängig von vielen variablen Faktoren wie in den vorherigen Kapiteln dargestellt. Wird die Zeitspanne der Brandentdeckungszeit betrachtet, so ist durch die komplexe und differente Brandentwicklung keine feste Zeitangabe zur Detektion mit Rauchwarnmeldern möglich. Nach den Analysen der Forschungsprojekte und Studienarbeiten mit den durchgeföhrten realen Brandversuchen, kann die Brandentdeckungszeit durch Rauchwarnmelder nur zeitlich eingegrenzt werden. Bei einem sich langsam entwickelnden Schwellbrand ist die Detektionszeit noch unbeständiger und nicht eindeutig bestimmbar. Aus den gewonnenen Erkenntnissen mit der gesetzlichen Rauchwarnmelder-Ausstattung in Wohnungen lassen sich keine Auswirkungen und Konsequenzen für die Planungsziele der Brandschutzbedarfsplanungen ableiten. Werden jedoch die Anzahl der Fehlalarme durch die Rauchwarnmelderpflicht und die darüber hinaus weiteren regelmäßig auftretenden Schadenlagen betrachtet, sind die festgelegten Planungsziele oder Zeitspannen in Einzelfällen kritisch zu hinterfragen und anzupassen.

Mit einer hohen Anzahl smarter Rauchwarnmelder in einer Wohnung inkl. einer automatischen Weiterleitung einer Alarmmeldung an die Feuerwehrleitstelle, kann die Meldezeit quantitativ verkürzt werden. Dadurch ergibt sich eine Verlängerung der Hilfsfrist, was sich positiv auf einen qualitativen Einsatzerfolg auswirkt. Inwieweit sich solche Technik als Kompensation für weit entfernte Ortsteile im eigenen Stadt- oder Gemeindegebiet eignet, ist durch weitere Untersuchungen festzustellen. Die oben ermittelten, unscharfen Zeitersparnisse können nur als Tendenz gewertet werden. Auch mit einer Smart Home-Technik kann derzeit keine Konsequenz für die Planungsziele der Brandschutzbedarfsplanung hergeleitet werden.

8 Fazit und Ausblick

Für die Facharbeit galt es zwei Fragen zu beantworten.

Frage 1: Inwiefern ist die Zeitspanne der Entdeckungs- und Meldezeit mittlerweile prognostizierbar (Stichwort: Heimrauchmelder, Smart Home etc.)?

Mit den Ergebnissen der Facharbeit lässt sich die Zeitspanne der Entdeckungs- und Meldezeit mit der derzeitigen Technik zur Brandfrüherkennung nicht prognostizieren. Die gering verbreiteten smarten Rauchwarnmelder mit der Smart Home-Technik bieten viel technisches Potenzial die Sicherheit im privaten Bereich zu erhöhen. Für einen Zeitgewinn in der Brandentdeckung, insbesondere bei der Abwesenheit von Bewohnern besteht hiermit die Möglichkeit von überall die Feuerwehr zu alarmieren. Ist eine automatische Benachrichtigung per App, das Aufschalten auf die eigene Kameratechnik oder das Steuern smarter Türschlösser mit der smarten Rauchmeldertechnik in einer Wohnung verbunden, so können Zeitsparnisse für die Feuerwehr generiert werden. Mit der zusätzlichen freiwilligen Freigabe privater Smart Home-Daten könnten die Einsatzkräfte auch auf die Smart-Home Steuerung zugreifen und so den Schaden durch eine angepasste Taktik minimieren. Zur Einhaltung des Datenschutzes und die grundgesetzliche Unverletzlichkeit der Wohnung gibt derzeit keine genauen Vorschriften für Smart Homes. Hierzu sind weitere Prüfungen und Ausarbeitungen erforderlich.

Frage 2: Welche Konsequenzen lassen sich daraus für die Brandschutzbedarfsplanung ableiten?

Durch die fehlende Prognostizierbarkeit der Zeitspanne in dieser Facharbeit können auch keine Konsequenzen für die Brandschutzbedarfsplanung abgeleitet werden.

Um Zeitvorteile über eine smarte Rauchwarnmelderplicht zu verwirklichen, ist es erforderlich Standards für die Smart Home-Technik festzulegen. Ein Blick auf die bereits eingeführte eCall Technik der Automobilindustrie kann sich zur Lösungsfundung als sinnvoll erweisen. Es bleiben aber viele offene Fragen, die zu recherchieren und zu untersuchen sind, bis eine verlässliche Prognose für die Zeitspanne erstellt und daraus Konsequenzen abgeleitet werden können.

Zur Nutzung solcher smarten Systeme ist zusätzlich eine System-Durchgängigkeit in Form einer smarten Feuerwehr-Peripherie erforderlich. Durch die Integration mehrerer digitaler weiterentwickelter und angepasster Technikkomponenten wie NORA, AML, eCall, Smart Home und einer durchgängigen Einsatzunterstützungssoftware, kann zukünftig eine smarte Feuerwehr die Zeitspannen der Brandschutzbedarfsplanung verkürzen und die Einsatztaktik sich den veränderten Gegebenheiten anpassen. Werden dagegen alle weiteren möglichen und ständig zunehmenden Schadensereignisse betrachtet, so ist es relativ unwahrscheinlich die Planungsziele der Brandschutzbedarfsplanung aufgrund der Technik zur Brandfrüherkennung im privaten Bereich anzupassen bzw. zu verringern. Die Zeitspanne bis zur Entdeckung eines Brandes spielt durch die Erkenntnisse aus jahrelanger Anwendung der Planungsziele der AGBF in der Brandschutzbedarfsplanung nur eine Rolle von Vielen. Mit dem demographischen

Wandel, der baulichen Verdichtung der Innenstädte, der immer stärker ausgeprägten Hilflosigkeit der Bevölkerung und den immer häufigeren extremen klimatischen Unwetterereignissen ist dauerhaft der gesetzte Zielerreichungsgrad nicht mehr zu erreichen. Mit dem Blick auf diese Entwicklungen wird eine sehr regelmäßige Überprüfung und Anpassung der Brandschutzbedarfsplanung noch wichtiger.

9 Literaturverzeichnis

- [1] Statistisches Bundesamt/Genesis Online, „Todesursachenstatistik 2016-2020,“ [Online]. Available: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/>. [Zugriff am 08 11 2022].
- [2] AGBF Bund, „Qualitätssicherung für der Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten,“ 19 11 2015. [Online]. Available: <https://www.agbf.de/downloads-ak-grundsatzfragen/category/43-ak-grundsatzfragen-oeffentlich-grundsatzpapier?download=148:2015-11-empfehlung-der-qualitaetskriterien-fuer-die-bedarfsplanung-in-staedten>. [Zugriff am 06 10 2022].
- [3] A. Forbeen, „Der Hirntot,“ TK-Die Techniker Krankenkasse;, 27 10 2021. [Online]. Available: <https://www.tk.de/techniker/gesundheit-und-medizin/behandlungen-und-medizin/organspende/der-hirntod-2022038?tkcm=ab>. [Zugriff am 08 11 2022].
- [4] Europäische Kommission, „Bericht der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat über die Wirksamkeit der Einführung der einheitlichen europ. Notrufnr. 112,“ 15 12 2020. [Online]. Available: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/2020-report-effectiveness-implementation-emergency-number-112>. [Zugriff am 09 11 2022].
- [5] Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN 14011 Feuerwehrwesen- Begriffe,“ Beuth-Verlag, 2018.
- [6] „Handreichung zur Brandschutzbedarfsplanung für kommunale Entscheidungsträger vom Ministerium für Inneres und Kommunales NRW,“ 07 07 2016. [Online]. Available: <https://www.idf.nrw.de/service/downloads>. [Zugriff am 06 10 2022].
- [7] „Firmenseite Lülf+ Die Feuerwehr-Berater/Feuerwehrbedarfplanung,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.luef-plus.de/kernkompetenzen/planungsgrundlagen-schutzziele-feuerwehrbedarfsplanung.de>. [Zugriff am 10 10 2022].
- [8] T. Lindemann, *Unterricht Brandschutzbedarfsplanung*, VAK Berlin, 2022.
- [9] „Rauchmelder Retten Leben,“ [Online]. Available: <http://www.rauchmelder-lebensretter.de>. [Zugriff am 10 10 2022].
- [10] Melanie Baumann / Home&Smart, „Ein intelligenter Hub als Steuerlement im Smart Home,“ 23 01 2020. [Online]. Available: <https://www.homeandsmart.de/hub-smart-home-aufgabe-funktion-einsatzgebiete>. [Zugriff am 27 10 2022].

- [11] F.-O. Grün, „HIFI.de,“ 24 07 2022. [Online]. Available: <https://hifi.de/ratgeber/matter-smart-home-standard-105194>. [Zugriff am 28 10 2022].
- [12] S. Dipl.-Ing. Luber und N. Litzel, „Bigdata Insider,“ 03 12 2019. [Online]. Available: www.bigdata-insider.de/was-ist-smart-home-a-809018. [Zugriff am 10 10 2022].
- [13] ADAC, „eCall:So funktionierte da automatische Notrufsystem im Auto,“ 16 05 2022. [Online]. Available: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/unfall-schaden-panne/unfall/ecall/>.
- [14] Deutsche Feuerwehr-Zeitung BRANDSCHUTZ, „Bilanz zur Notruf-App -nora-,“ *Deutsche Feuerwehr-Zeitung BRANDSCHUTZ*, p. 978, 11 2022.
- [15] Nora Notruf-App, „Nora die offizielle Notruf-App der Bundesländer,“ [Online]. Available: <https://www.nora-notruf.de/de-as/startseite>. [Zugriff am 19 10 2022].
- [16] H.-C. Dirschel, „PC-Welt,“ 02 10 2021. [Online]. Available: <https://www.pcwelt.de/article/1181205/aml-notrufe-via-telekom-telefonica-vodafone-uebermitteln-exakten-standort.html>. [Zugriff am 09 11 2022].
- [17] AGBF Bund, *Qualitätssicherung für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten*, 1998.
- [18] M. Dr.-Ing. Meinert und S. Dr.-Ing. Festag, „Teilvorhaben: Untersuchung der Anforderungen an Brandgassensoren und Analyse der Falschalarmraten von Rauchwarnmeldern,“ Hekatron Vertriebs GmbH, 2020.
- [19] P. Holborn, P. Nolan und J. Golt, „An analysis of fire sizes, fire growth rates and times between events using data from fire investigations, London,“ 2004.
- [20] EI Elektronics GmbH, „Ratgeber Rauchwarnmelder bedarfsgerecht auswählen,“ 05 2022. [Online]. [Zugriff am 19 10 2022].
- [21] Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Niedersachsen, „Rauchmelder retten Leben Schornsteinfeger informieren,“ [Online]. Available: <https://www.schornsteinfeger-liv-niedersachsen.de/artikel-718.html>. [Zugriff am 20 10 2022].
- [22] F. Kircher, „Machen Rauchwarnmelder die Feuerwehr überflüssig?,“ *Deutsche Feuerwehr Zeitung BRANDSCHUTZ*, pp. 446-447, 06 2011.
- [23] Bitkom e.V. ; Achim Berg 1. Präsident, „Smart Home 2022,“ Bitkom, 09 10 2022. [Online]. Available: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-09/Bitkom-Charts_Smart_Home_22.pdf. [Zugriff am 02 11 2022].
- [24] Bundesministerium für Bildung und Forschung, „Projektumriss - Techniken zur Branderkennung, Bekämpfung und Selbstrettung in der frühesten Brandphase (TEBRAS),“ [Online]. Available:

- https://www.sifo.de/sifo/shareddocs/Downloads/files/projektumriss_tebras.pdf?__blob=publicationFile&v=1. [Zugriff am 14 10 2022].
- [25] M. Festag, P. Eichmann, Gnutzmann und Hahn, „Detektion von Brandgasen und deren Ausbreitung im Vergleich zu Brandrauch,“ vfdb - Jahresfachtung 2019, 2019.
- [26] S.-K. Dr.-Ing. Hahn und U. Prof. Dr-Ing. h. Krause, „Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt TEBRAS,“ in *Präsentation digitale Katastrophenschutz-Konferenz, März 2021*, 2021.
- [27] S.-K. Dr. Hahn, *Expertengespräch zu den Ergebnissen des Forschungsprojektes TEBRAS* -vfdb, 2022.
- [28] A. Schultz, R. K. Christof Lamers, R. Lüke und T. Sauerland, „IRIS - Intelligente Rettung im SmartHome,“ *vfdb Feuerwehr forscht*, pp. 180-182, 04 2020.
- [29] R. Lüke, *Studienarbeit - Die Anbindung des Smart Home im Einsatzfall:*, Paderborn, 2020.
- [30] Safty innovation center gGmbH, „INSPIRE Integrierte Sicherheits-Pilot Region,“ [Online]. Available: <https://www.inspire.de>. [Zugriff am 16 11 2022].
- [31] Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Zivile Sicherheitsforschung, „Projektumriss - Melde- und Leitsystem für Rettungskräfte – Rettungskette neu denken (A.D.Le.R),“ Juni 2021. [Online]. Available: https://www.sifo.de/sifo/shareddocs/Downloads/files/projektumriss_adler.pdf?__blob=publicationFiles&v=1. [Zugriff am 20 10 2022].
- [32] O. Krüger, Interviewee, *Expertengespräch zum Forschungsprojekt A.D.Le.R. - IRF Dortmund*. [Interview]. 20 10 2022.
- [33] IFS Institut für Schadenverhütung und Schadenvorschung der öffentlichen Versicherer, „Ursachenstatistik Brandschäden 2021,“ [Online]. Available: <https://www.ifs-ev.org/schadenverhuetung/ursachenstatistiken/ursachenstatistik-brandschaeden-2021/>. [Zugriff am 19 10 2022].
- [34] M. Merk, „Dissertation,“ Februar 2015. [Online]. Available: <https://mediatum.ub.tum.de/download/1241369/1241369.pdf>. [Zugriff am 09 11 2022].
- [35] J. Dr. Eichmann, S. Dr. Festag, M. Dr. Meinert, U. Prof. Dr. Krause, S.-K. Dr. Hahn, A. Dr. Hoffmann-Böllinghaus, R. Dr. Pohle und D. Dr. Oberhagemann, *DIN SPEC 91429 - Grundlagen zur Projektierung von Detektionssystemen zur Brandfrüherkennung*, D. D. I. f. N. e.V., Hrsg., Beuth Verlag, 2020.

- [36] M. Dr.-Ing. Meinert und S. Dr.-Ing. Festag, „Schlussbericht TEBRAS:: Untersuchung der Anforderungen an Brandgassensoren und Analyse der Falschalarmrate von Rauchwarnmeldern,“ Hekatron Vertriebs GmbH, 07 10 2020. [Online]. Available: https://www.tib.eu/de/suchen?tx_tibsearch_search%5Baction%5D=getDocument&tx_tibsearch_search%5Bcontroller%5D=Download&tx_tibsearch_search%5Bd%5D=bd317016b45dbb3c0921639fdfab579b&tx_tibsearch_search%5Bdocid%5D=TIBKAT%3A1749050773&cHash=a059af670da192c7507b. [Zugriff am 25 10 2022].
- [37] R. Bukowski, R. Peacock, J. Averill, T. Cleary, N. Bryner, W. Walton, P. Reneke und G. Kuligowski, „Performance of Home Smoke Alarms Analysis of the Response of Several Available Technologies in Residential Fire Settings,“ Februar 2008. [Online]. Available: https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/04/28/NIST_TN_1455-1_Feb2008.pdf. [Zugriff am 10 11 2022].
- [38] S. M.Sc. Kaudelka, „BAM Dissertationreihen Band 164,“ 2019. [Online]. Available: https://opus4.kobv.de/opus4-bam/frontdoor/deliver/index/docId/47932/file/Endfassg_INTERNET_Diss_164_Sven_Kaudelka.pdf. [Zugriff am 09 11 2022].
- [39] D. Kallenbach, „Die Auswirkungen der Rauchwarnmelderpflicht auf die Einsatzzahlen,“ *Deutsche Feuerwehr-Zeitung BRANDSCHUTZ*, pp. 642-647, 08, 2021.
- [40] C. Lange, „Feuerwehrbedarfsplanung,“ *Deutsche Feuerwehr-Zeitung BRANDSCHUTZ*, pp. 427-431, 06/ 2011.
- [41] ADAC, „Probleme beim eCall: Es geht um Menschenlebe!,“ 31 03 2022. [Online]. Available: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/unfall-schaden-panne/unfall/ecall-herstellernotruf/>.
- [42] Verbraucherzentrale, „eCall: so funktioniert das automatische Notrufsystem im Auto,“ 13 06 2022. [Online]. Available: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/reise-mobilitaet/unterwegs-sein/ecall-so-funktioniert-das-automatische-notrufsystem-im-auto-32100>. [Zugriff am 13 10 2022].
- [43] „KMU Innovativ,“ [Online]. Available: https://www.sifo.de/sifo/de/projekte/querschnittsthemen-und-aktivitaeten/praxistransfer-und-kompetenzaufbau/kmu-innovativ/iris/iris_node.html. [Zugriff am 12 10 2022].
- [44] Hekatron GmbH, Detlef Solasse, *Presseinformation, Freitag der 13. Sorglosigkeit tötet*, 2020.
- [45] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), „Kostengünstiges Bauen durch Vereinheitlichung und Deregulierung des Bauordnungsrechts,“ [Online].

- Available: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-27-2017-dl.pdf;jsessionid=B64F26EA9EDEA6B4164710C1AA3EFDD9.live21324?__blob=publicationFile&v=1. [Zugriff am 25 10 2022].
- [46] FeuerTrutz, „Brandschutz-Statistiken - Zahlen zum Brandschutz,“ 29 10 2020. [Online]. Available: <https://www.feuertrutz.de/statistiken>. [Zugriff am 07 11 2022].
- [47] A. Dr.-Ing. Hoffmann-Böllinghaus und T. Dr. Gnutzmann, „Schlussbericht TEBRAS: Teilvorhaben Charakterisierung von Entstehungsbränden und Identifizierung von Kenngrößen für die frühe und zuverlässige Detektion,“ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 2020. [Online]. Available: https://www.tib.eu/de/suchen?tx_tibsearch_search%5Baction%5D=downloadError&tx_tibsearch_search%5Bcontroller%5D=Download&cHash=fe69832070784dc25a4f33881156543d. [Zugriff am 22 10 2022].
- [48] vfdb, „Schlussbericht TEBRAS, Teilprojekt Validierungs- Ausbildungs- und Standartisierungskonzepte,“ Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes, 2020. [Online]. Available: https://www.tib.eu/de/suchen?tx_tibsearch_search%5Baction%5D=getDocument&tx_tibsearch_search%5Bcontroller%5D=Download&tx_tibsearch_search%5Bd%5D=beee95dc1a5ef1da867637ef360a6d34&tx_tibsearch_search%5Bdocid%5D=TIBKAT%3A174464067X&cHash=9137f7e0e0ae11bc57ff. [Zugriff am 25 10 2022].
- [49] R. Pohle, „Schlussbericht TEBRAS: Teilvorhaben Konzepte und Techniken zur Brandfrüherkennung, Bekämpfung und Selbstrettung,“ Siemens AG, 2020. [Online]. Available: https://www.tib.eu/de/suchen?tx_tibsearch_search%5Baction%5D=getDocument&tx_tibsearch_search%5Bcontroller%5D=Download&tx_tibsearch_search%5Bd%5D=aa0537e38ffff2368ea43ce64c640f7a&tx_tibsearch_search%5Bdocid%5D=TIBKAT%3A1727082877&cHash=80bf48edc039d837f87d. [Zugriff am 25 10 2022].
- [50] Region Hannover - Fachbereich öffentliche Sicherheit, „Feuerwehrbedarfsplan für die Region Hannover,“ Oktober 2007. [Online]. Available: [https://www.hannover.de/content/download/223832/file/Feuerwehrbedarfsplan-für-die-Region-Hannover.pdf](https://www.hannover.de/content/download/223832/file/Feuerwehrbedarfsplan-f%C3%BCr-die-Region-Hannover.pdf). [Zugriff am 31 10 2022].
- [51] Statistisches Bundesamt/ Genisis-online , „Wohngebäude- und Wohnungsbestand in Deutschland, Tabelle 31231-0001,“ 2021. [Online]. Available: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?levelindex=2&levelid=1669367667621&ownloadname=&operation=ergebnistabelleDiagramm&option=diagramm&diagrammTyp=10#abreadcrumb>. [Zugriff am 25 11 2022].

- [52] Smart City Berlin, Interview, „Stefan Trurhän von hhpberlin - Ingenieure für Brandschutz GmbH,“ 28 05 2019. [Online]. Available: https://smart-city-berlin.de/akteure/smartekoepfe/newsdetail?tx_news_pi1%5Bnews%5D=798&cHash=1dfcecf3f15d369416b1a2e5a6669d25. [Zugriff am 09 11 2022].
- [53] S. Dr. Festag und M. Meinert, „Wirksamkeit der Rauchmelderpflicht,“ 03, 2022. [Online]. Available: https://www.hekatron-manufacturing.de/fileadmin/user_upload/Studie_Wirksamkeit_der_Rauchwarnmelderpflicht_03-2020_-_v0.6.pdf. [Zugriff am 12 10 2022].
- [54] U. Prof. Dr.-Ing. Krause und M. M.Sc. Trott, „Brandfrühsterkennung auf der Grundlage von Indikatoren in Vorstufen der Brandentstehung,“ in *Tagungsband, 64. Jahresfachtagung vfdb*, Bremen, 2017, pp. 91-104.
- [55] T. Lindemann, Interviewee, *Expertengespräch zur möglichen Anpassung der Brandschutzbedarfsplanung bei Verkürzung der Zeit bis zur Alarmierung - BF Bochum*. [Interview]. 10 10 2022.
- [56] H. Müller, Interviewee, *Expertengespräch zu neue Techniken zur Detektierung von Entstehungsbränden in Bezug zur Brandschutzbedarfsplanung - BF München*. [Interview]. 10 17 2022.
- [57] R. Luttermann, *Facharbeit - TIBRO-Studie im System Feuerwehr*, Münster, 2020.
- [58] T. Lindemann, „Rettungszeiten der Feuerwehr beim kritischen Wohnungsbrand,“ *Deutsche Feuerwehr-Zeitung BRANDSCHUTZ*, pp. 946-952, 12/ 2011.
- [59] J. Stein, „Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung für Feuerwehren in Städten,“ *Deutsche Feuerwehr-Zeitung BRANDSCHUTZ*, pp. 525-530, 07/ 2016.
- [60] S. Zens, „Konfliktpunkte zwischen Baurecht und Feuerwehrbedarfsplanung,“ *Deutsche Feuerwehr-Zeitung BRANDSCHUTZ*, pp. 716-719, 09/ 2021.

A Anhang

A1. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Clemens Hoppe, die vorliegende Facharbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der von mit angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Alle aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

Die Arbeit wurde noch in keine Prüfungsbehörde in gleiche oder ähnlicher Form vorgelegt.

Berlin,

Ort, Datum

Unterschrift

A2. Smart Home Verbreitung

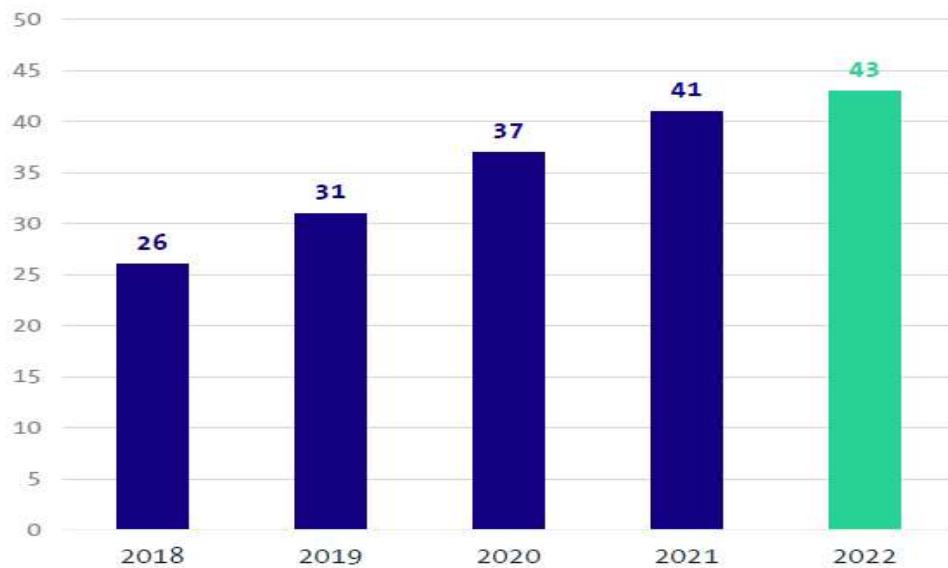


Abb. 6: Diagramm Nutzung von Smart-Anwendungen im Haushalt;
Quelle Bitkom Research 2022

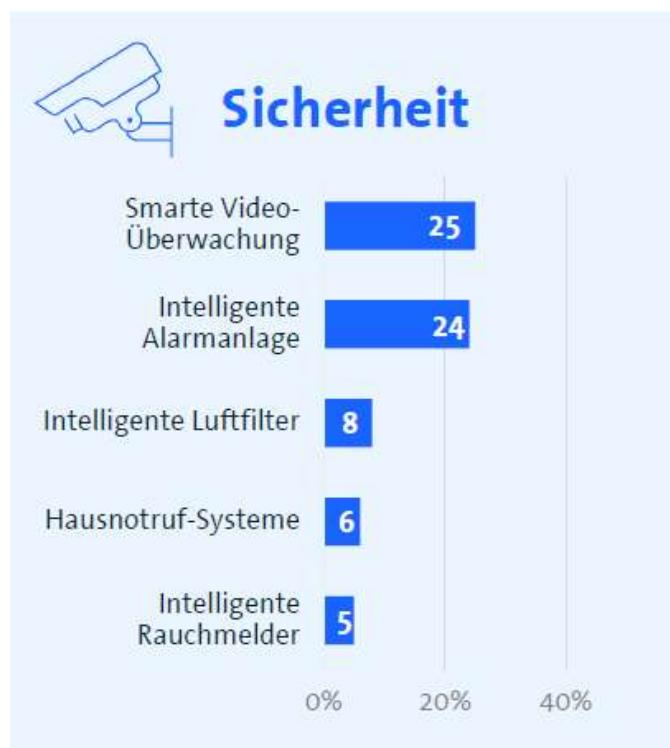


Abb. 7: Einsatzgebiete Smart Home im Haushalt; Quelle
Bitkom Research 2022

A3. Prognose Smart Home Verbreitung

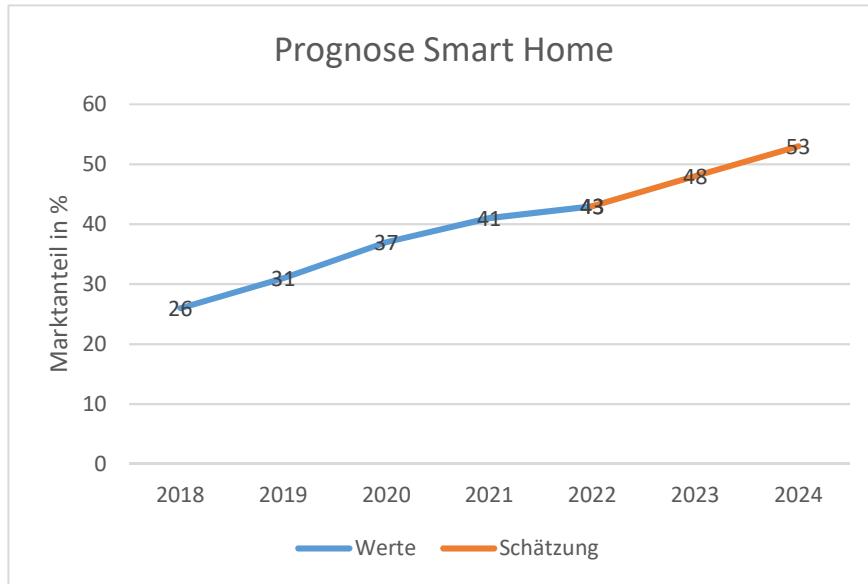


Abb. 8: Prognose zur Verbreitung von Smart Home Technik [23]; Quelle: eigene Darstellung

A4. Brandfrühphase

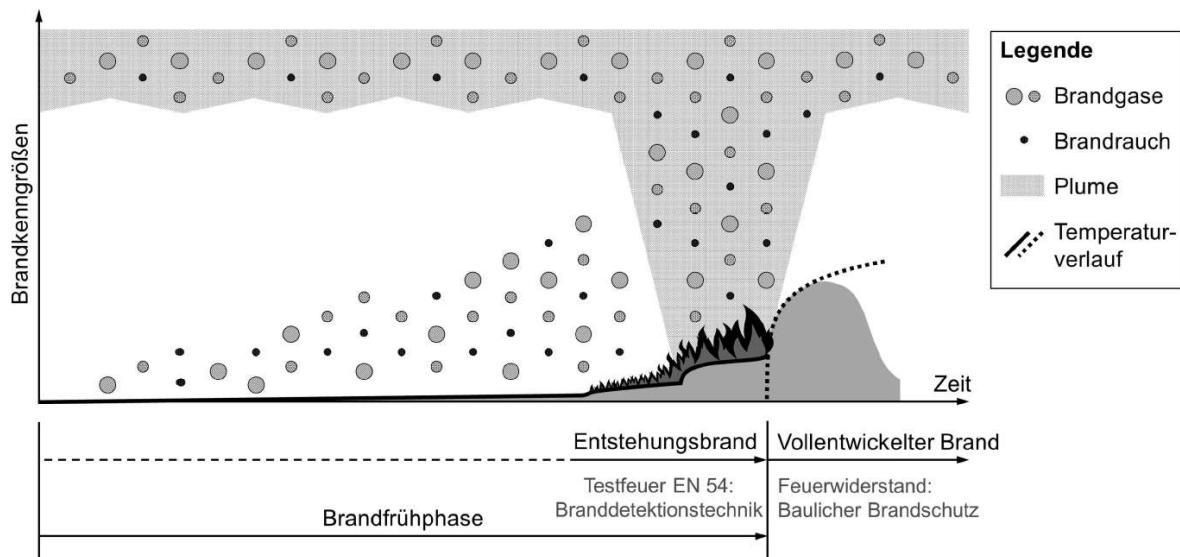


Abb. 9: Zeitliche Brandentwicklung mit Brandfrühphase; Quelle: DIN SPEC 91426

A5. Anzahl Notrufe 112 in der EU

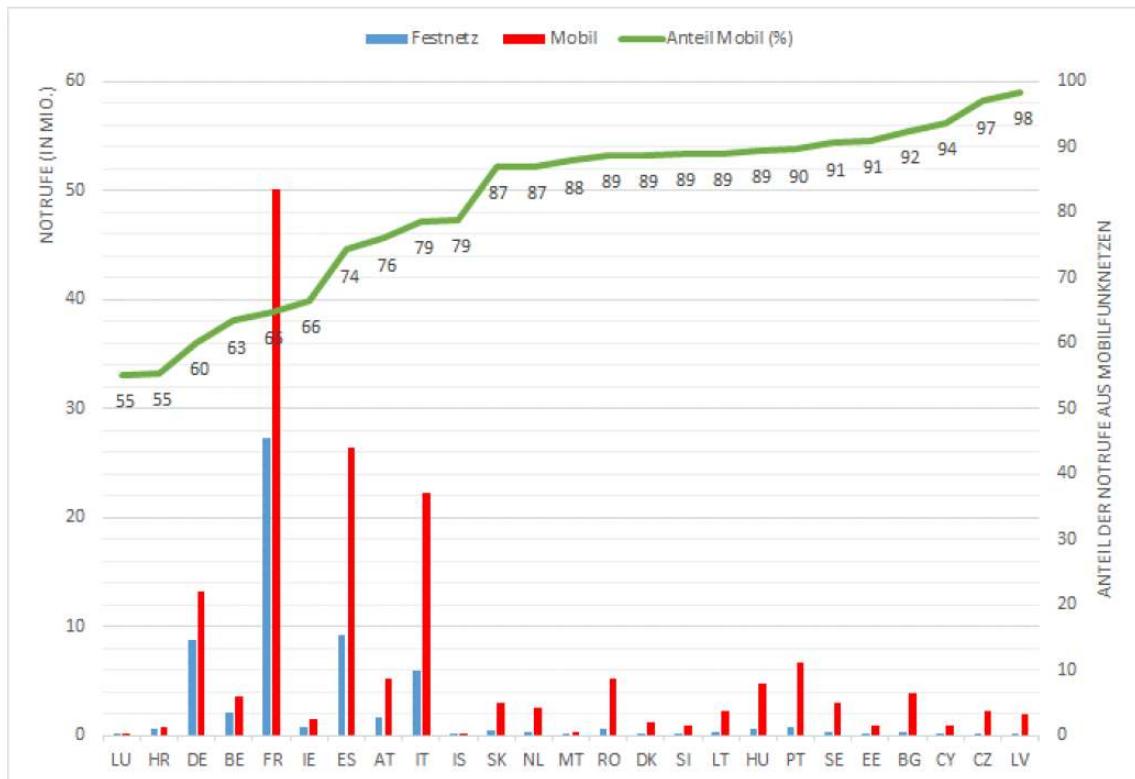


Abb. 10: Anzahl der Notrufe 112 aus dem Festnetz und Mobilfunknetz in der EU; Quelle: [41]

A6. Ausbreitungsprofil CO und Brandrauch

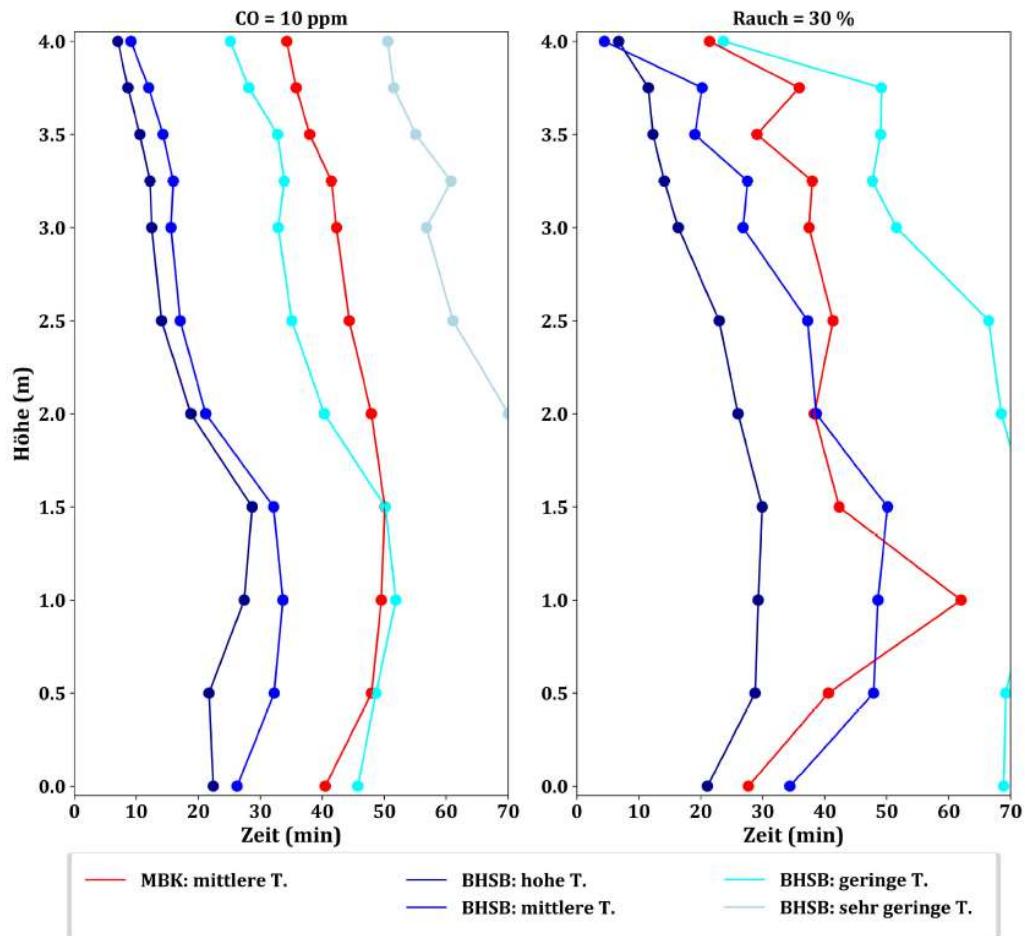


Abb. 11: Vergleich Mischbrandkrippe und Buchenholzkrippe: Zeit bis zum Erreichen von 10 ppm CO oder 30% Rauchdichte bei unterschiedlichen Temperaturen; Quelle: [35]

A7. Expertengespräche

Nachfolgende Aufzählung der durchgeführten Gespräche zur Informationsbeschaffung und Meinungsbildung.

Name	Funktion	Gesprächsdatum
Thomas Lindenmann	Brandschutzbedarfsplanung Berufsfeuerwehr Bochum,	11.10.2022
Robin Marterer	Geschäftsleitung safety innovation center gGmbH, Paderborn; Forschungsprojekt IRIS und INSPIRE	17.10.2022
Holger Müller	Brandschutzbedarfsplanung Berufsfeuerwehr München	17.10.2022
Oliver Krüger	Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Stadt Dortmund, Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie, Forschungsprojekt A.D.Le.R.	20.10.2022
Martin Lehmann-Koch	VGH Versicherung, Hannover	20.10.2022
Dr. Sarah-K. Hahn	Projektbetreuerin Forschungsprojekt TEBRAS, Vfdb Münster	21.10.2022
Michael Maroszek	Geschäftsleitung Symcon GmbH, Lübeck	26.10.2022
Richard Lüke	Projektmitarbeiter safety innovation center gGmbH, Paderborn; Forschungsprojekt IRIS und INSPIRE	07.11.2022