



Merkblatt 33020:2023-07

Risikominimierung durch den kontrollierten Austausch von Brandmeldern

Begründung der Regelungen der DIN 14675-1 mit beispielhaftem Charakter

Inhalt

| | |
|--|----|
| ZUSAMMENFASSUNG | 4 |
| 1 EINLEITUNG | 5 |
| 2 ZIEL, AUFBAU UND NORMATIVE GRUNDLAGEN EINER BRANDMELDEANLAGE | 5 |
| 3 GRUNDLAGEN DER ZUVERLÄSSIGKEITSTHEORIE | 6 |
| 3.1 Die Verlängerung der Nutzungsdauer steigert die Versagenswahrscheinlichkeit | 7 |
| 3.2 Die Nutzungsdauer hat einen entscheidenden Anteil am komplexen Wirkgefüge einer Brandmeldeanlage | 7 |
| 3.3 Die Bauteile und deren Alterung beeinflussen die Nutzungsdauer | 8 |
| 3.4 Die Umgebungsbedingungen beeinflussen die Nutzungsdauer maßgeblich | 8 |
| 3.5 Der normativ geforderte Austausch von Brandmeldern bewährt sich empirisch | 9 |
| 3.6 Neben dem Erreichen der Schutzziele sind gleichzeitig Falschalarne zu vermeiden | 10 |
| 3.7 Die Erreichung von Schutzziele darf nicht durch überdehnte Nutzungsdauern gefährdet werden | 11 |
| 3.8 Definierte Tauschzyklen stellen einheitliche und handhabbare Lösungen über alle Einsatzbereiche dar | 11 |
| 3.9 Der Faktor Mensch beeinflusst die Nutzungsdauer | 11 |
| 3.10 Der Austausch von Brandmeldern ist langfristig zu verlässiger als die Werksprüfung und -instandsetzung | 12 |
| 3.11 Verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit sind mit dem Austausch von Brandmeldern verbunden | 12 |
| 3.12 Studien liefern keine abschließend belastbaren Erkenntnisse zur Änderung der Tauschfristen von Brandmeldern | 13 |
| 4 ERLÄUTERUNG DER TECHNISCHEN UND NORMATIVEN ZUSAMMENHÄNGE | 14 |
| FAZIT & AUSBLICK | 16 |
| LITERATUR | 17 |

An der Erstellung dieses Merkblatts haben mitgewirkt

Miriam Braun, Siemens AG

Claus Caspari, Bosch Sicherheitssysteme GmbH

Florence Daniault, WAGNER Group GmbH

Dr. Sebastian Festag, Hekatron Vertriebs GmbH

Dr. Eike Friedrichs, Bosch Sicherheitssysteme GmbH

Bernd Giegerich, Bosch Sicherheitssysteme GmbH

Peter Krapp, ZVEI e. V.

Christian Kühn, Schlentzek & Kühn GmbH

Dr. Oliver Linden, Wagner Deutschland GmbH

Karl-Heinz Mast, Bosch Sicherheitssysteme GmbH

Marko Müller-Grübener, Detectomat Systems GmbH

Christian Schmitz, Novar GmbH a Honeywell Company

Hans-Jürgen Springmann, WAGNER Group GmbH

Karl-Erich Storck, Karl-Erich Storck GmbH

Zusammenfassung

Die Aufgaben von Brandmeldeanlagen bestehen darin, Menschen frühzeitig vor den Gefahren eines Brandes zu warnen und so eine rasche Rettung zu ermöglichen. Weiterhin schützt die Brandmeldeanlage Sachwerte – insbesondere bei Abwesenheit von Personen. Dies gewährleistet Betriebsabläufe und verhindert die Brandausbreitung bzw. stellt eine frühzeitige und wirksame Brandbekämpfung sicher. Mit diesen Zielen tragen Brandmeldeanlagen wesentlich zum Brandschutz bei. Das frühzeitige, schnelle und zuverlässige Detektieren von Bränden ist hierbei die Aufgabe von an der Brandmeldeanlage angeschlossenen automatischen Brandmeldern. Brandmelder sind Sensorsysteme und ein Bestandteil eines sicherheitstechnischen Gesamtsystems. Sie unterliegen zahlreichen einsatzspezifischen Umgebungsbedingungen und weisen – wie andere sozio-technische Systeme auch – natürliche Alterungsvorgänge auf, womit ihre Nutzungsdauer begrenzt ist. Die Funktionsfähigkeit einer Brandmeldeanlage ist aufgrund der zahlreichen Risiken, die mit einer Funktionsbeeinträchtigung und dem Ausfall eines Brandmelders verbunden sind, dauerhaft sicherzustellen. Dazu ist ein kontrollierter Austausch von Brandmeldern erforderlich. In einigen Ländern ist dies über Standards geregelt. Der vorliegende Beitrag erläutert die Notwendigkeit und Zusammenhänge eines kontrollierten Austauschs von Brandmeldern am Beispiel der Regelungen der DIN 14675-1 in Deutschland. Daran wird der Grundgedanke der Vorsorge eines möglichen Ausfalls eines sicherheitstechnischen Systems zur Gewährleistung der Schutzfunktion für den möglichen Eintritt eines gefährlichen Ereignisses und die Bandbreite der wesentlichen Wirkzusammenhänge praxisnah und exemplarisch dargelegt. Dieses Merkblatt stellt den Sachverhalt, basierend auf den Ausführungen in [1] zusammenfassend dar.

1 Einleitung

Das Ausfallverhalten von technischen Systemen unterliegt vielen Einflussfaktoren und ist zufallsverteilt. Das bedeutet, dass die Versagenserscheinungen nicht exakt bestimmbar, sondern als stochastische Prozesse zu verstehen sind (vgl. [2], [3], [4]). Bei sicherheitstechnischen Systemen ist dieser Sachverhalt besonders kritisch, weil die Zufallsvariable in zweierlei Hinsicht zum Tragen kommt: Erstens mit der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines gefährlichen Ereignisses (z. B. eines Brandes) und zweitens mit dem möglichen Versagen des Schutzsystems selbst (vgl. [5, p. 481]), bei dem die Schutzfunktion im Anforderungsfall unter Umständen nicht gewährleistet ist. Bei vielen Sicherheitsanwendungen wird im Versagensfall das System automatisch in einen sicheren Zustand überführt (Fail-safe Modus). Im Gegensatz dazu dürfen sich Brandmelder nicht in den sicheren Systemzustand versetzen, da keine Redundanzen für ihre Funktion eingeplant sind und sie so ihre primäre Funktion aufgeben. Ein Versagen ist zwar sehr selten, aber dann oft lebensgefährlich oder kann mit höherer Wahrscheinlichkeit mindestens anderweitige Personen-, Umwelt-, Sach-, Kultur-, Fahrnis-, Image- und ideelle Schäden einhergehen (vgl. [6]). Um solchen Schäden vorzubeugen, sind in der Sicherheitstechnik präventive Maßnahmen – bei denen technische, organisatorische, verhaltens- und umweltbedingte Faktoren zusammenwirken – etabliert (z. B. [6], [7], [8], [9]). Die Funktionsprüfung¹ und der Austausch von Brandmeldern sind eine solche präventive Maßnahme. Es ist stellenweise zu erkennen, dass immer noch ein Verständnis für diese Maßnahmen fehlt und die Sinnhaftigkeit angezweifelt wird. Es ist auch zu erkennen, dass die Regelung zum Austausch von Brandmeldern teilweise missverstanden wird ([10], [11]).

2 Ziel, Aufbau und normative Grundlagen einer Brandmeldeanlage

Eine Brandmeldeanlage besteht im europäischen Wirtschaftsraum aus einer Gruppe von Bestandteilen der EN 54-Normenreihe, die nach Definition der EN 54-1 (2021-08, S. 9) in der Lage sind, einen Brand automatisch zu erkennen, zu melden und weitere automatische Maßnahmen einzuleiten [12]. Die EN 54-1 (2021-08, S. 7) definiert als wesentliche Bestandteile einer Brandmeldeanlage automatische Brandmelder, Brandmelderzentralen und die Möglichkeit des Anschlusses von Alarmierungseinrichtungen oder nach [13] die Brandmelderzentrale und deren Peripherie. Eine Brandmeldeanlage ist ein projektspezifisch geplantes, im Gebäude montiertes und – nach nationalen Vorgaben und in Europa idealerweise nach der EN 54-13:2020-02 im Zusammenwirken geprüf-tes – installiertes Brandmeldesystem. Auf nationaler Ebene wird der Umgang mit Brandmeldeanlagen von der Planung, Projektierung, Montage und Installation, Inbetriebsetzung, Abnahme über den Betrieb und die Instandhaltung bis zu Änderungen und Erweiterungen national spezifisch anhand von Anwendungsnormen geregelt. In Deutschland gelten dafür die DIN 14675-1:2020-01 [14] und in Ergänzung die DIN VDE 0833-1 [15] und DIN VDE 0833-2 [16]. Die Anforderungen an den Dienstleister sind in der DIN 14675-2 [17] geregelt und in der DIN 14674:2010-09 das Zusammenwirken einzelner Gewerke.

Die Aufgaben von Brandmeldeanlagen bestehen darin, Menschen frühzeitig vor den Gefahren eines Brandes zu warnen und so eine rasche Rettung zu ermöglichen. Weiterhin schützt die Brandmeldeanlage Sachwerte – insbesondere bei Abwesenheit von Personen –, gewährleistet Betriebsabläufe und verhindert die Brandausbreitung bzw. stellt eine frühzeitige und wirksame Brandbekämpfung sicher. Mit diesen Zielen tragen Brandmeldeanlagen wesentlich zum Brandschutz bei. (vgl. [18]). Dies wird sichergestellt, indem nach der Branddetektion eines Brandmelders das Signal an die Brandmelderzentrale weitergegeben wird, diese das Signal verarbeitet und anschließend über die Übertragungseinrichtung die hilfeleistende Stelle alarmiert (z. B. Feuerwehr) und gleichzeitig unter Umständen das Feuerwehrschlüsseldepot (FSD) entriegelt. Der Feuerwehr wird darüber Zutritt in das Gebäude verschafft und mittels der Feuerwehrperipherie im Gebäude eine Orientierung geboten (z. B. über das Feuerwehr-Anzeigetableau (FAT), welches der Feuerwehr die ausgelöste Meldergruppe bzw. den ausgelösten Brandmelder anzeigt und somit zur Lokalisierung des Brandortes dient). Neben der Alarmierung der Feuerwehr werden gleichzeitig, je nach Gebäudeeinrichtung, Brandfallsteuerungen aktiviert, welche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Feuerlöschanlagen, Brandfallsteuerungen von Aufzügen oder dynamische Fluchtweglenkungen

¹ Der Funktionstest unterscheidet sich von der „Funktionsprüfung“, die nach DIN EN 13306:2018-02 die *Tätigkeit nach den Instandhaltungsmaßnahmen definiert, welche (üblicherweise nach einer anlagenbedingten Störung) zur Bestätigung verwendet werden, dass ein Objekt die geforderte Funktion erfüllen kann* [61].

steuern. Die Branddetektion ist in den meisten Fällen die Voraussetzung für viele andere Brandschutzmaßnahmen und die primäre Aufgabe von Brandmeldern. Automatische Brandmelder sind offene Sensorsysteme, die in Europa nach der EN 54-Normenreihe Brände anhand typischer Brandkenngrößen detektieren. Häufig werden Brandmelder nach der EN 54-7:2018-10 eingesetzt. Sie erkennen Rauchpartikel anhand des Streulicht-, Durchlicht- oder Ionisationsprinzips punktförmig. Diese Brandmelder unterliegen, wie auch alle weiteren angeschlossenen Komponenten, einer normativ geregelten Instandhaltung mit Funktionsprüfung. Diese Regelungen zum Aufbau und Betrieb von Brandmeldeanlagen sind in Deutschland in der Anwendungsnorm DIN 14675-1 [14] sowie in [15] [16] festgeschrieben.

3 Grundlagen der Zuverlässigkeitstheorie

Die Lebensdauer eines Systems wird in eine Herstell- und Nutzungsphase gegliedert. Die Nutzung wird durch den endgültigen Ausfall bzw. die Entsorgung beendet. Durch Instandhaltungsmaßnahmen, insbesondere die Instandsetzung, lässt sich die Nutzungsdauer in der Regel verlängern ([19], [20]), indem sie den Abnutzungsvorgang hinauszögert. Die Maßnahmen der Instandhaltung lassen sich anhand des Verlaufes des Abnutzungsvorrates einordnen, siehe Bild 1. Mit dem Beginn der Nutzung eines Systems beginnt dessen Abnutzung sowie die seiner Komponenten. Unter Abnutzung wird der Abbau des Vorrates an möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, die einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung oder aufgrund der Wiederherstellung durch Instandsetzung innewohnt, verstanden (vgl. [20, p. 526 f.]). Der Abnutzungsvorrat entspricht der Umkehrfunktion des Nutzungsvorrates. Läuft der Nutzungsvorrat auf eine Toleranzgrenze zu, so ist dem Verlauf durch Maßnahmen der Wartung und Instandsetzung entgegenzuwirken, womit der Kurvenzug verlassen und der Nutzungsvorrat wieder angehoben wird. Dieser Vorgang wiederholt sich, wobei er nicht beliebig oft wiederholt werden kann, da der Verschleiß irgendwann naturgemäß zu viele Systeme oder Komponenten betrifft.

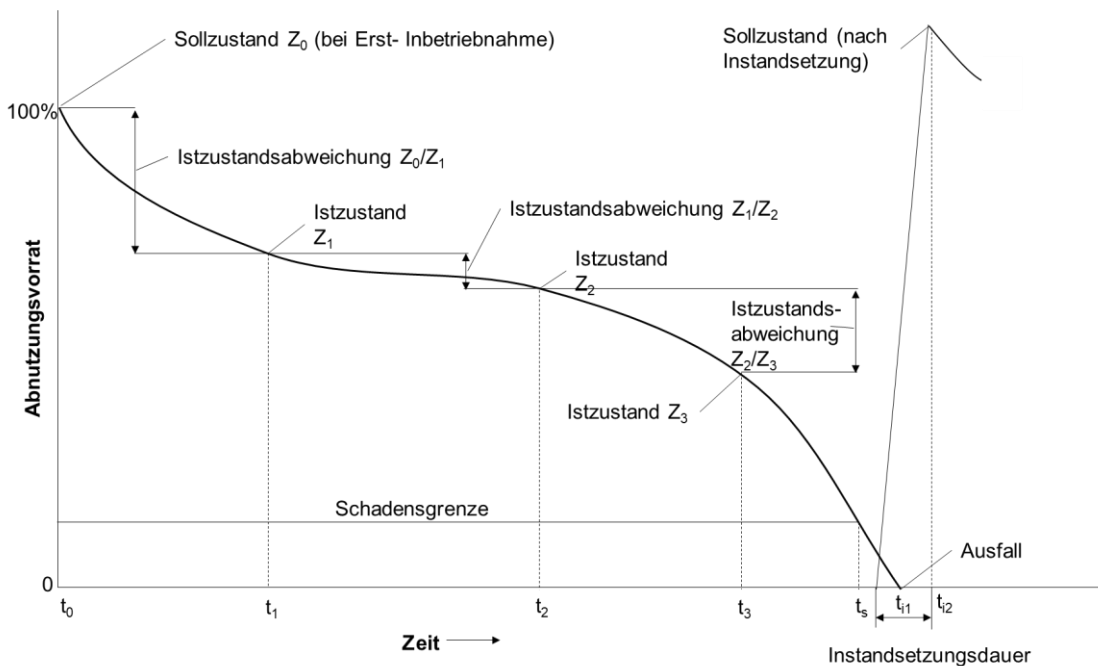


Bild 1: Verlauf des Abnutzungsvorrates mit der Zeit ([27, p. 528], vgl. [21])

Maßnahmen, die den Abbau des vorhandenen Abnutzungsvorrates nicht verringern, sondern nur den weiteren Abbau verhindern oder reduzieren, gehören zur Wartung. Die Inspektion wirkt dagegen weder auf den Abnutzungsvorrat selbst noch auf seinen Abbau ein. Die Inspektion bestimmt und beurteilt den erreichten Punkt des Kurvenverlaufes. Nicht nur das Ende der Kurve wird festgestellt, weswegen sich die Inspektionsintervalle nach dem typischen bzw. zu erwartenden Kurvenverlauf richten. Alle Maßnahmen, die dazu beitragen, dass der Verlauf des Abnutzungsvorrates über die Zeit unterbrochen und wieder aufgebaut wird gehören zur Instandhaltung, z. B. durch den Austausch der betroffenen Systeme oder von deren Komponenten [vgl. [20, p. 527]. Eine Erhöhung des Abnutzungsvorrates auf über 100% bezogen auf den Ausgangszustand ist durch Instandhaltung mit zusätzlichen Verbesserungen möglich (z. B. durch modernere Produkte).

3.1 Die Verlängerung der Nutzungsdauer steigert die Versagenswahrscheinlichkeit

Naturgemäß zeigen Brandmelder, wie alle anderen technischen Systeme, zufallsverteilte Ausfälle und Alterungseffekte, die durch präventive Maßnahmen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu vermeiden sind, um eine Funktionsbeeinträchtigung im Anforderungsfall zu verhindern. Das Ansprechverhalten von Brandmeldern verändert sich mit der Nutzungsdauer nachweislich im Vergleich zu neuen Brandmeldern [22]. Unter Umständen entsprechen die Brandmelder dann nicht mehr den normativen Anforderungen und erfüllen sogar auch nicht mehr ihre vorgesehene Aufgabe, wodurch die Schutzziele gefährdet sein können. Eine Veränderung der Nutzungsdauer beeinflusst die Versagenswahrscheinlichkeit des Brandmelders. Die Verlängerung des Austauschintervalls erhöht die Versagenswahrscheinlichkeit und gefährdet die Gewährleistung der Schutzziele. Die Verkürzung der Nutzungsdauer reduziert die Versagenswahrscheinlichkeit, allerdings erhöht sich dadurch der Aufwand für die Instandhaltung der Anlage – was oftmals entgegen den wirtschaftlichen Interessen der Gebäudebetreiber steht und die Akzeptanz solcher Maßnahmen reduzieren kann. Problematisch ist dabei, dass die exakte Funktion der Ausfallkurve von Brandmeldern in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und der exakte Zeitpunkt, zu dem über den Verschleiß mit Ausfällen zu rechnen ist, – aus angeführten Gründen – nicht bekannt sind. Somit führt eine Erhöhung der Nutzungsdauer bzw. Verlängerung der Austauschfristen bei den gegebenen Rahmenbedingungen (z. B. länderspezifischen Normen und Umgebungsbedingungen) und ohne weiterführende Betrachtungen anzustellen, zwangsweise zu einer unbekannteren Erhöhung der Ausfallwahrscheinlichkeit der Brandmelder. Des Weiteren bedeuten auch gering erscheinende Ausfallraten bei der Zahl eingesetzter Brandmelder in absoluten Zahlen ausgedrückt zahlreiche Ausfälle, die das Menschenleben gefährden können. Die damit verbundene Risikoerhöhung steht im Gegensatz zum Schutzziel einer sicherheitstechnischen Anlage. Da es beim Gebrauch von Brandmeldern vielfach um die Sicherheit von Personen geht, darf dies nicht dem Zufall überlassen werden.

3.2 Die Nutzungsdauer hat einen entscheidenden Anteil am komplexen Wirkgefüge einer Brandmeldeanlage

Zahlreiche innere und äußere Einflussfaktoren beeinflussen das Ansprechverhalten von Brandmeldern im Laufe der Nutzungsdauer, womit die Funktionsfähigkeit im Kontext der jeweiligen Nutzungsparameter und -umgebung steht [19, p. 31].

Die Veränderung einer Komponente bzw. eines Wirkfaktors steht in Abhängigkeit zu zahlreichen anderen Faktoren, womit die Veränderung der Nutzungsdauer zahlreiche andere Faktoren verändert oder deren Veränderung in Abhängigkeit der Nutzungsdauer voraussetzen würde. In den meisten Fällen sind die tatsächlichen Zusammenhänge nicht ausreichend untersucht, wie z. B. der Bezug zwischen der Nutzungsdauer, der Bauteilauslegung und den Einsatzbedingungen wie bestimmte Luftfeuchten, Staubbelastungen oder Umgebungstemperaturen. Das ist zwar eine exemplarische Detailfrage, aber sie macht deutlich, dass die Abschätzung der Auswirkungen von Systemveränderungen unter Beachtung der Nutzungsdauer ein schwieriges Unterfangen ist.

Brandmelder sind nicht nur ein Teil eines komplexen Wirkgefüges und Sicherheitssystems, sondern sie stehen darüber hinaus unter dem Einfluss von zahlreichen und vielschichtigen Randbedingungen. Um dieser Komplexität aus technischen, organisatorischen (z. B. normative und rechtliche) und menschlichen (z. B. beteiligte Personen) Systemkomponenten sowie den verschiedenen Umweltbedingungen gerecht zu werden, ist der kontrollierte Austausch von Brandmeldern eine elementare Stütze, um die notwendige Zuverlässigkeit eines solchen Systems dauerhaft gewährleisten zu können. Darüber hinaus ist unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit eine eher konservative Auslegung der Nutzungsdauer eines Brandmelders erforderlich. Das ist notwendig, weil sich die Nutzungsdauer in der Regel nach dem Bestandteil richtet, welches die kürzeste Nutzungsdauer besitzt, um eine möglichst hohe Verfügbarkeit der Anlage sicherzustellen.

Das Ansprechverhalten von Brandmeldern hängt vom jeweiligen Produkt bzw. Meldertyp, dem Messprinzip, dem Stand der eingesetzten Technik sowie den eingesetzten Bauteilen ab. Diese wiederum werden von anderen Bauteilen und Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchte und Stoffen in der Luft, den Algorithmen, den verschiedenen Messkenngrößen in Art und Anzahl, den Einsatzorten mit unterschiedlichen und zum Teil variablen Umgebungsbedingungen wie der Schmutz- und Staubbelastung, der Temperatur, den Temperaturschwankungen und dem

Temperaturanstieg, den Luftgeschwindigkeiten, dem Einfluss elektromagnetischer Felder oder von Ablagerungen durch Insekten beeinflusst. Hinzu kommen Faktoren, wie zum Beispiel die Belastung des Systems oder seiner Komponenten, der Abnutzungsvorrat, die Wartungsintervalle der Brandmeldeanlage und ihrer Komponenten sowie die Qualität der Instandhaltung (vgl. [23]). Auch Faktoren wie der technologische Wandel im Allgemeinen, die Mode und Ästhetik, der Wertewandel und weitere äußere Umwelteinflüsse sind unter Umständen relevante und zu berücksichtigende Einflussfaktoren auf die Nutzungsdauer eines Brandmelders.

Insgesamt ist zu konstatieren, dass die Veränderung einer „Stellschraube“ innerhalb des komplexen Wirkgefüges eines Brandmelders wiederum zahlreiche andere „Stellschrauben“ im Wirksystem verändert oder dessen Auslegung bereits voraussetzt.

3.3 Die Bauteile und deren Alterung beeinflussen die Nutzungsdauer

Die Funktionsprüfung und der Austausch von Brandmeldern berücksichtigen die Tatsache, dass elektronische Bauteile im Laufe der Nutzungsdauer altern. Dieser Alterungsvorgang liegt in der Natur der Sache, ist systemimmanent und ein unumstrittener Fakt. Darüber hinaus ist der Alterungsvorgang eine Frage des Bauteils selbst, aber auch seiner Einsatzbedingungen.

Es gibt verschiedene Brandmelder und verschiedene Produkte, die im Detail auf unterschiedliche Bauteile zurückgreifen. Bestandteile von Brandmeldern sind Leiterplatten, Fotoelemente, Leuchtdioden, Kondensatoren, Transistoren, Relais, Widerstände, Wärmesensoren und Mikroprozessoren, welche alle unterschiedlich altern, und somit verschiedene Versagenswahrscheinlichkeiten aufweisen. Typische Ausfallraten für Transistoren betragen z. B. $1,5 \cdot 10^{-2}$ und für Widerstände $9,5 \cdot 10^{-5}$. Brandmelder sowie alle zugrundeliegenden Bauteile zeigen naturgemäß Verschleißerscheinungen und die jeweiligen Einsatzbedingungen beeinflussen diesen Verschleiß. Beispielsweise belasten die Einsatzbedingungen durch Verunreinigungen und Korrosion die Bauteile, wodurch auch Brandmelder mit einer automatischen Verschmutzungskompensation über die Jahre hinweg beeinträchtigt werden [24].

Die natürliche Alterung der einzelnen Bauteile hängt neben den Umgebungsbedingungen davon ab, welche Bauteile verwendet werden. Das bedeutet, dass unterschiedliche Bauteil- und Lieferantenqualitäten genauso Einfluss auf die Alterung haben können, wie die verwendeten Algorithmen bzw. Technologien. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass die unterschiedlichen Messprinzipien der Brandmelder sowie die Messung von verschiedenen Messkenngrößen mit unterschiedlichen Technologien entsprechend unterschiedliche natürliche Alterungen aufweisen.

3.4 Die Umgebungsbedingungen beeinflussen die Nutzungsdauer maßgeblich

Brandmelder sind offene Sensorsysteme. Das bedeutet, dass sie mit ihrer Umwelt in Wechselwirkung stehen und die Sensoren diversen Umwelteinflüssen ausgesetzt sind. Diese Umgebungseinflüsse wirken sich auf den natürlichen Alterungseffekt von Systemen und Komponenten aus. Umgebungsabhängige Belastungen können beispielsweise Staub, Aerosole, Insekten, Wasserdampf, elektromagnetische Strahlen, thermische und zyklische elektrische Belastungen, Dunkelstrom und Diffusionsprozesse, Mikroorganismen aber auch augenscheinlich gute Hygienebedingungen sein [22]. Des Weiteren können raumklimatische Umgebungsbedingungen die Alterung des Brandmelders stark belasten, wie Temperatur(-schwankungen), Witterungseinflüsse (z. B. Sonneneinstrahlung), Luftfeuchtigkeit und -geschwindigkeit (d.h. Luftzirkulation). Diesen Faktoren kann der Brandmelder über unterschiedlich lange Zeiträume und in unterschiedlichen Intensitäten ausgesetzt sein. Dabei ist wahrscheinlich, dass sich diese Umgebungseinflüsse über ein gesamtes Brandmeldesystem hinweg betrachtet unterschiedlich auswirken, was wiederum bedeutet, dass verschiedene Brandmelder desselben Brandmeldesystems unterschiedlich beeinflusst werden und damit unterschiedlich altern. Die Nutzungsdauer eines Brandmelders hängt somit wesentlich vom Einsatzort und den dort herrschenden Umweltbedingungen ab.

Nutzungsänderungen, Umbauarbeiten oder andere Einflüsse in einem Gebäude sind im Hinblick auf die Nutzungsdauer eines Brandmelders teilweise spontan auftretende Ereignisse, welche die Alterung des Brandmelders ebenfalls beeinflussen. Da ein Gebäude heutzutage oft nicht nur eine Nutzungsart über den gesamten Zeitraum seines Lebenszyklus erfährt, kann die Alterung eines

Brandmelders durch die veränderlichen Nutzungen des Gebäudes beeinflusst werden, wie z. B. die Umnutzung einer Lagerhalle zu einer Werkstatt, womit die Umgebungsbedingungen erheblich variieren können. Ebenso wird die Alterung eines Brandmelders während des Lebenszyklus eines Gebäudes durch Umbauarbeiten, Baustellen bzw. Renovierungsarbeiten beeinflusst werden. Die Zuverlässigkeit eines Brandmelders kann nicht per se für das Produkt unbegrenzt/beliebig gewährleistet bzw. garantiert werden, weil zu viele Umgebungsbedingungen und der Umgang mit diesen Produkten eine erhebliche Rolle spielen. Die Schutzziele einer Brandmeldeanlage müssen stets sichergestellt sein.

3.5 Der normativ geforderte Austausch von Brandmeldern bewährt sich empirisch

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass sich die aktuell geltenden Regelungen bezüglich der Funktionsprüfung und des Austauschs von Brandmeldern der DIN 14675-1 seit ihrer Einführung bewähren und es zu erwarten ist, dass sich die Effekte in den nächsten Jahren verstärken. Die Festlegung hält erstmals im Dezember 2006 Einzug in die Norm, womit rund 15 Jahre Erfahrung vorliegen.

Es sind in den letzten Jahren keine größeren Brände bekannt geworden, bei denen eine Brandmeldeanlage und die hier zur Diskussion stehenden Regelungen versagt haben. Zudem weisen Untersuchungen in den letzten Jahren einerseits eine hohe Verfügbarkeit (vgl. [23], [25], [26])) und andererseits eine hohe Wirksamkeit von Brandmeldeanlage nach (vgl. [27], [28], [29], [30], [31]), sofern die Anlagen normenkonform geplant, errichtet, in Betrieb gesetzt und instandgehalten werden. Gleichzeitig lässt sich eine Reduzierung der Falschalarmraten von Brandmeldeanlagen seit einigen Jahren belegen (vgl. [32], [33], [34], [35], [36], [37, p. 139], [38], [39], [40]). Eine aktuelle Studie [41], die sich gezielt mit dem Austausch von Brandmeldern befasst, indiziert zudem, dass die Regelungen zum Austausch von Brandmeldern nach DIN 14675-1 zielführend sind. Tabelle 1 zeigt die relevanten Ergebnisse in Bezug auf die Ausfallraten von Brandmeldern über das Alter.

Tabelle 1: Ausfallraten Brandmelder in Abhängigkeit der Einsatzjahre (vereinfacht und modifiziert nach [41])

| Alter | Anzahl getestete Brandmelder | Anzahl Brandmelder außerhalb der Grenzwerte | Ausfallrate |
|-------------|------------------------------|---|-------------|
| 0-10 Jahre | 13 | 0 | 0% |
| 10-20 Jahre | 137 | 11 | 8% |
| 20-30 Jahre | 204 | 22 | 11% |

Es ist ersichtlich, dass bis zu einer Nutzungsdauer von 10 Jahren keine Ausfälle bei Brandmeldern vorliegen (eine Voraussetzung dafür ist, dass sich die Brandmelder in einer sauberen Umgebung befinden, da die Studie ausschließlich Brandmelder aus Büros, Universitäten und Hotels geprüft hat). In der DIN 14675-1 werden entgegen der Studie alle Anwendungsbereiche von Brandmeldern betrachtet und umgebungsübergreifend einheitlich geregelt. Es wird lediglich zwischen Brandmeldern mit und ohne Verschmutzungskompensation mittels der 8 bzw. 5 Jahre unterschieden, was der Studie nach als sinnvoll einzuordnen ist.

3.6 Neben dem Erreichen der Schutzziele sind gleichzeitig Falschalarme zu vermeiden

Je sensibler Brandmelder sind, desto anfälliger sind sie auch für Täuschungsalarme. Dem kann zumindest teilweise mit Algorithmen, einer fachgerechten Auswahl der Brandmelder, der Verwendung von mehreren Brandkenngrößen etc. entgegengewirkt werden, wodurch die Brandmelder dann weniger täuschungsalarm anfällig sind, aber in ihrer Reaktionsweise gegenüber einem Brand keine Einbuße verzeichnen. Solche Herangehensweise setzen sich immer mehr durch. Trotz solcher Entwicklungen belasten Falschalarme durch Brandmeldeanlagen die Feuerwehren und führen zu unnötigen Kosten. Es werden Personal- und Sachressourcen der Rettungskräfte gebunden, die an einer anderen Stelle unter Umständen fehlen. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die Warnwirkung im tatsächlichen Anforderungsfall bei den Betroffenen sinkt, wenn sie häufiger Falschalarmen ausgesetzt sind [42]. Den größten Anteil der Falschalarme macht bei Brandmeldeanlagen die Gruppe der Täuschungsalarme aus (hierbei funktionieren die Anlagen bestimmungsgemäß, allerdings täuschen brandähnliche Phänomene einen Brand vor) [32]. Daneben gibt es noch die Gruppe der technischen Defekte sowie die Gruppe der unbeabsichtigten (im guten Glauben oder Irrtum) und böswilligen Alarmierungen [38]. Die Alarmierung der Feuerwehr begrenzt dabei den Schadensablauf. Trotzdem überwiegen in der Wahrnehmung die Nachteile von Falschalarmen, die auch in anderen Bereichen oder bei anderen Technologien auftreten, allerdings dort weniger umstritten sind, wie bei Einbruchmeldeanlagen, Tsunamifrühwarnsystemen, Personenscannern am Flughafen, in der Krankheitsdiagnostik, in den Nachrichten oder in der Politik.

Um Falschalarmen durch Brandmeldeanlagen entgegenzuwirken, werden seit einigen Jahren diverse Maßnahmen ergriffen (vgl. [41], [33], [43], [44]), die bereits zu einer Reduzierung von Falschalarmen führen.

Es ist davon auszugehen, dass die Häufigkeit von Falschalarmen durch die Regelungen zur Funktionsprüfung und dem Austausch von Brandmeldern der DIN 14675-1 reduziert werden, da auf diese Weise die Instandhaltung eine systematische Rolle spielt und schmutzbelastete, gealterte Brandmelder durch neue (modernere) Brandmelder (unter Umständen sogar mit neueren Algorithmen oder einer intelligenten Verknüpfung von Brandkenngrößen) ausgetauscht werden.

Entgegen solchen Standards sind in der Praxis vereinzelt auch kritisch zu bewertende Empfehlungen zu entdecken. So wird in [45] abweichend von den Vorgaben der DIN 14675-1 vorgeschlagen, dass ein turnusmäßiger Tausch [...] nicht vorzusehen oder einzuplanen ist und [...] Rauchmelder so lange im Betrieb verbleiben, bis vermehrt Melder bei der Prüfung nicht mehr ansprechen. Die Begründung dafür ist, dass, um das geforderte Schutzniveau einhalten zu können, der [Eigentümer/Betreiber] nicht für alle denkbaren, entfernten Möglichkeiten eines Schadenseintritts Vorkehrungen treffen [muss]. Es genügen diejenigen Vorkehrungen, die nach den konkreten Umständen zur Beseitigung der Gefahr erforderlich und zumutbar sind [45]. Außerdem wird festgehalten, dass verschmutzte Rauchmelder die Schutzziele keineswegs gefährden. Verschmutzte Rauchmelder bergen vielmehr das Risiko einer Fehlalarmierung. Das Risiko einer unterlassenen Detektion von Rauchpartikel im Brandfalle besteht somit nicht. Diese Vorgehensweise bedeutet, dass Täuschungsalarme letztlich aus betriebswirtschaftlicher Sicht toleriert bzw. als Indikator für die Notwendigkeit eines Austausches von Brandmeldern genutzt werden. Das ist im Hinblick auf die damit verbundene mögliche vermeidbare Einsatzbelastung der Feuerwehren und die Reduzierung der Warnwirkung der alarmierten Gebäudenutzer kritisch einzuordnen. Denn auf diese Weise – wenn Brandmelder erst getauscht werden, sofern sie Falschalarme erzeugen – geht die nicht durchgeführte, normkonforme Instandhaltung zu Lasten der Allgemeinheit². In [46] wird sogar festgehalten, dass eine erhöhte „Fehlalarmrate“ keine unmittelbare Gefährdung dar[stellt], da der Umgang hiermit durch eigene Werkfeuerwehren und ständig besetzten Stellen in die Verantwortung des Anwenders fällt. Bisher werden Falsch- und insbesondere Täuschungsalarme eher verursachergerecht behandelt.

Die Wirtschaftlichkeit des Vorschlags ist auch deshalb zweifelhaft, weil es dabei heißt, dass die gesamte betroffene Melderserie der entsprechenden Liegenschaft getauscht wird, um Falschalarme zu vermeiden, wenn während der Inspektion festgestellt wird, dass die Ausfallquote der Brandmelder (bei mehr als drei Falschalarmen der betroffenen Meldelinie) in Abhängigkeit des Alters ansteigt. Auf diese Weise würden zahlreiche Brandmelder frühzeitig ausgetauscht werden.

² Zur Einordnung: Die Kosten für einen Falschalarm hängen von den einsatzspezifischen Personal- und Sachressourcen und von der benötigten Einsatzdauer ab [38]. Ein Falschalarm kostet in Deutschland, je nach Verfahrensweise der Gemeinden durchaus zwischen 600 und 1.200 Euro. In der Schweiz sind es Schätzungen zu Folge bis zu 2.000 Euro, ebenso wie in Schweden [33].

Die Sinnhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit eines solchen Vorgehens als Alternative zu dem normativ geregelten kontrollierten Austausch von Brandmeldern ist fraglich. Der wichtigste Punkt ist aber, dass verschmutzte Brandmelder die Schutzziele einer Brandmeldeanlage gefährden und die Wahrscheinlichkeit steigt naturgemäß mit zunehmender Nutzungsdauer.

3.7 Die Erreichung von Schutzziele darf nicht durch überdehnte Nutzungsdauern gefährdet werden

Die in der DIN 14675-1 angegebenen Tauschzyklen für die angesprochenen Brandmelder sind für alle Produkte und Fabrikate – insbesondere von Brandmeldern mit einer optischen Messkammer – in Deutschland gleichermaßen verbindlich. Das bedeutet, dass die Anforderungen an die Produkte für alle Hersteller gleich sind.

Eine Regelung der Tauschzyklen z. B. nach Herstellerangaben würde dazu führen, dass die Nutzungsdauer eines Brandmelders und in Konsequenz daraus die Erreichung der Schutzziele zur Variable wird. Es ist zu erwarten, dass die Nutzungsdauer – als Parameter im Wettbewerb – Schritt für Schritt ausgedehnt und unter Umständen sogar überdehnt wird. Letzteres wäre sogar wahrscheinlich, da – wie schon beschrieben – die Ausfallkurve von Brandmeldern über die Zeit stochastisch beschrieben und im Detail nicht exakt bekannt ist. Das Vorgehen hätte somit negative Auswirkungen auf die Risikosituation, weil einerseits Brände unter Umständen aufgrund mangelnder Sensitivität der Brandmelder nicht schnell genug detektiert werden und andererseits die Verfügbarkeit von Brandmeldeanlagen dann mit erhöhter Nutzungsdauer durch wahrscheinlichere, verschleißbedingte Ausfälle sinken oder den Instandhaltungsaufwand an einer anderen Stelle erhöhen können. Das kann die Erreichung der Schutzziele beeinträchtigen.

3.8 Definierte Tauschzyklen stellen einheitliche und handhabbare Lösungen über alle Einsatzbereiche dar

Die Regelungen der DIN 14675-1 zur Funktionsprüfung und dem Austausch von Brandmeldern legen Tauschzyklen auch für alle Anwendungen einheitlich fest, wodurch die Umsetzung der Norm praktikabel ist. Wären die Tauschzyklen in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen und Anwendungsgebieten geregelt, so wäre dies stärker an die Sachgegebenheiten herangeführt, aber gleichzeitig wäre die Umsetzung der Anforderungen komplizierter. Zudem wäre die Definition der Anwendung dynamisch und häufig ein Diskussionspunkt, weil viele Anwendungen sich mit der Zeit verändern und auch nicht immer eindeutig sind. In Zeiten von zunehmenden Mischnutzungen und Umnutzungen von Gebäuden zur Reduzierung des Flächenverbrauches dürfte dieser Diskussionspunkt an Bedeutung sogar noch zunehmen. Selbst ohne diesen Punkt dürfte eine Differenzierung in der Norm nach Anwendungen kompliziert sein. Die normative Regelung der DIN 14675-1 bietet hingegen mit der Möglichkeit die Brandmelder nach festen Zyklen zu tauschen eine handhabbare Lösung, trotz der Komplexität der Wirkmechanismen eines Brandmelders.

3.9 Der Faktor Mensch beeinflusst die Nutzungsdauer

An zahlreichen Stellen hat das menschliche Verhalten einen Einfluss auf den Brandschutz, die Funktion einer Brandmeldeanlage sowie in letzter Konsequenz auf das Ansprechverhalten und die Nutzungsdauer eines Brandmelders. Dieser Einfluss ist so komplex, dass sich die verschiedenen Einflüsse nicht regeln lassen. Trotzdem beeinflussen sie die Versagensmodalitäten und gestalten die Systeme komplex (siehe Kapitel 5.6).

Der Einfluss des Menschen beginnt bei der Entscheidung für den Standort und die Gestaltung eines Gebäudes, geht über die Nachbarschaft und andere soziokulturelle Randbedingungen, über das verfügbare und erforderliche Kapital im Zusammenhang mit dem Grundstückspreis, den Baukosten, dem Zinssatz, bei der Kreditbereitschaft der Bank sowie u. U. von Investoren, bis zum Einsatz und der Leistung des Architekten [47]. Darüber hinaus beeinflusst der Mensch die Risikosituation auch in Bezug auf die Herstellung und Verwendung von Baumaterialien, Einrichtungsgegenständen und technischen Systemen, die Planung und Errichtung, den Betrieb, die Instandhaltung und den bestimmungsgemäßen Umgang mit Brandschutzmaßnahmen sowie auf die Berücksichtigung vorhersehbarer Fehlanwendungen [48]. Der Faktor Mensch hat bei der Errichtung und Pflege

eines Gebäudes, bei der Auswahl der Brandschutzmaßnahmen sowie der Planung einer Brandmeldeanlage durch die Elektrofachplanung einen gravierenden Einfluss auf die Qualität und Nutzungsdauer von Brandmeldern (vgl. [48]). So ist zum Beispiel die Wahl der richtigen Brandmelder für den jeweiligen Einsatzort in Abhängigkeit des Ziels wichtig. Solche Parameter fließen in die Nutzungsdauer eines Brandmelders mit ein. Der individuelle Einfluss des menschlichen Faktors wird im Brandschutz und im engen Kontext des vorliegenden Beitrages unterschätzt, obwohl dadurch Ereignisse, wie Brände, deren Seiteneffekte und die Leistungsfähigkeit der Maßnahmen abhängen [48]. Der Mensch spielt in Bezug auf die Funktionstüchtigkeit eines Brandmelders und seine Nutzungsdauer an zahlreichen Stellen eine Rolle. Diese Einflüsse lassen sich nur schwer absehen und regeln.

3.10 Der Austausch von Brandmeldern ist langfristig zu verlässiger als die Werksprüfung und -instandsetzung

Die normative Grundlage der DIN 14675-1 liefert für die Funktionsprüfung und den Austausch von Brandmeldern in Abschnitt 11.5.3 unterschiedliche Optionen, wie dem Verschleiß und der Alterung der Brandmelder Rechnung getragen werden kann. Abschnitt 11.5.3 b) und c) beschreiben beide festgelegte Austauschzyklen von Brandmeldern, je nachdem ob sie über eine Verschmutzungskompensation verfügen. Der regelmäßige Austausch von automatischen Brandmeldern ist im Abschnitt 11.5.3 für bestimmte Meldearten (optisch etc.) definiert. Für alle anderen Melderarten, die an dieser Stelle nicht explizit genannt sind, gilt es grundsätzlich das Schutzziel zu erfüllen.

Darüber hinaus wird die Möglichkeit geboten, den Brandmelder nicht durch einen neuen Brandmelder zu ersetzen, sondern den vorhandenen Brandmelder durch eine Werksprüfung und -instandsetzung zu überprüfen und diesen unter Umständen weiterzuverwenden.

Die Nutzungsdauer eines Brandmelders kann zwar durch eine Werksprüfung und Werksinstandsetzung verlängert werden, sie ist jedoch trotz allem nur begrenzt. Der Erneuerungsprozess wird zudem vermutlich dazu führen, dass dieser Brandmelder nach einer kürzeren Zeit nicht mehr den normativen Anforderungen des entsprechenden EN 54-Standards im Vergleich zu einem neuen Brandmelder entspricht. Dieser zeitliche Versatz ist schwer planbar. Die Schutzziele einer Brandmeldeanlage lassen sich demzufolge durch einen Austausch mit einem neuen Brandmelder funktional zuverlässiger erreichen als durch das Erneuern mittels eines gebrauchten Brandmelders.

3.11 Verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit sind mit dem Austausch von Brandmeldern verbunden

Die normativen Regelungen der DIN 14675-1 zur Funktionsprüfung und dem Austausch von Brandmeldern berühren Fragen der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes an mehreren Stellen.

Erstens: Durch den Austausch von Brandmeldern nach bestimmten Zyklen entstehen Elektroaltgeräte, welche fachgerecht entsorgt werden müssen und die Umwelt belasten. Das beinhaltet vornehmlich die Entsorgung von Kunststoffen und Elektrokleinteilen. Diese Komponenten sind allerdings als Wertstoffe zu betrachten, da sie nach ihrer Verwendung als Brandmelder wieder genutzt werden können, indem sie zu anderen Produkten verarbeitet oder in Rohstoffe aufgespalten werden können.

Zweitens: Grundsätzlich ist die gesamte Instandhaltung einer Brandmeldeanlage darauf ausgerichtet, dass regelmäßige Inspektionen und Überprüfungen der Funktionstüchtigkeit bestimmter Bestandteile durchgeführt werden und nur die Teile ausgetauscht werden, die den Anforderungen nicht mehr gerecht werden und keine Redundanzen aufweisen, was wiederum ressourcenschonend einzuschätzen ist. Dieses Vorgehen ist grundsätzlich auch mit den Kernpunkten des europäischen „Green Deals“ kompatibel, welche den Einsatz von emissionsärmeren Technologien und nachhaltigen Produkten verfolgt. Die Unternehmen sollen dabei ermutigt werden, wiederverwendbare, langlebige und reparierbare Produkte anzubieten [49]. Auch die europäische Ökodesign-Richtlinie weitet den Grundsatz der Energieeffizienz auf eine Material-/Ressourceneffizienz aus und gilt beispielsweise für elektrische Lichtquellen oder Lüftungsgeräte [50].

Drittens: Weiterhin ist zu beachten, dass durch den Austausch von Brandmeldern alte Geräte durch neue ersetzt werden. Dadurch könnten weniger umweltbelastende Stoffe verwendet werden, da die Anforderungen an den Gebrauch von Materialien und dem Einsatz von gefährlichen Stoffen über die letzten Jahrzehnte steigen. In Abhängigkeit der Produktinnovationszyklen kommen aber auch modernere Systeme in den Gebrauch. Sofern dort energiesparendere Bauteile eingesetzt werden, führt das – unter der Annahme eines vergleichbaren Energieverbrauches über die Nutzungsdauer – dazu, dass der Energieverbrauch sinkt. Im gleichen Zuge werden durch den Austausch auch Brandmelder eingesetzt, die dem jeweils neuesten Stand der Technik entsprechen, wodurch am technischen Fortschritt partizipiert wird.

Viertens: Außerdem ist der Vorgang eines direkten Austauschs eines Brandmelders gegenüber dem Verfahren der Werksprüfung und -instandsetzung (siehe Bild 2; das obere Vorgehen im Vergleich zum unteren) vermutlich mit einem geringeren CO₂-Verbrauch verbunden, da Transportwege geschont werden und der Vorgang schneller vonstattengeht.

Auf Grund dessen ist der Austausch von Brandmeldern unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit einerseits als kritisch zu betrachten, aber andererseits auch mit positiven Entwicklungen verbunden.

3.12 Studien liefern keine abschließend belastbaren Erkenntnisse zur Änderung der Tauschfristen von Brandmeldern

Es gibt eine Reihe von Arbeiten, die das Ziel haben die Versagensmodalitäten in Abhängigkeit der Alterung von Brandmeldern zu untersuchen (vgl. [41], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57, pp. 103-150], [58, pp. 310-312]). Eine gezielte Auswertung dieser Arbeiten [59] stellt fest, dass es nur wenige systematische Untersuchungen zu diesem Gegenstand gibt. Die Studien weisen in Bezug auf die Versagensmechanismen von Brandmeldern in Abhängigkeit des Alters alle gewisse Schwächen auf und erzielen keine eindeutigen, belastbaren und verallgemeinerbaren Ergebnisse. Zum Teil befassen sie sich nicht mit Brandmeldern (vgl. [51], [52], [58]) bzw. Brandmeldern einer Brandmeldeanlage (vgl. [53], [56]).

Eine britische Studie zur Alterung von Brandmeldern [41] liefert derzeit die aktuellsten Ergebnisse. Das Ziel der Arbeit ist die Untersuchung der optimalen Austauschfristen für optische Rauchwarn- und Rauchmelder anhand wiederholbarer Testverfahren. Hierzu wurden in einer ersten Phase Messungen von 10 neuen Rauchwarnmeldern und 10 neuen Rauchmeldern (5 mit und 5 ohne Verschmutzungskompensation) in einer Laborumgebung mit dem „True-Tester“ (Truetest-Rauchmelder-Testausrüstung) zur Festlegung von Empfindlichkeitsbereichen (Kalibrierungstests) durchgeführt. In einer zweiten Phase wurden unter der Nutzung des True-Testers 86 Rauchwarnmelder (0-12 Jahre alt) und 107 gewerbliche Rauchmelder (0-30 Jahre alt) im Rahmen einer Feldstudie in gewerblichen und häuslichen Bereichen geprüft. Die Studie berücksichtigt dabei Brandmelder von verschiedenen Herstellern, die unterschiedliche Empfindlichkeiten aufgrund ihrer Konstruktionen aufweisen (allerdings werden die unterschiedlichen Bauteile und Lebensdauern nicht untersucht). Die Studie zeigt, dass die Empfindlichkeit von Rauchwarnmeldern und Rauchmeldern mit dem Alter zunimmt und ältere Brandmelder mit einer geringfügig erhöhten Falschalarmwahrscheinlichkeit verbunden sind. Ab dem 10. Jahr zeigen die Ergebnisse in sauberen Umgebungen Abweichungen von den zulässigen Grenzwerten. Da nur verhältnismäßig saubere Umgebungen untersucht wurden, lässt sich daraus ableiten, dass über alle Anwendungen betrachtet ein Austausch der Brandmelder spätestens im 8. Jahr sinnvoll erscheint. Weiterhin heißt es in der Studie, dass für Brandmelder in Abhängigkeit einer Verschmutzungskompensation unterschiedliche Austauschzeiträume gelten sollten – wie es bereits in den Regelungen der DIN 14675-1 verankert ist. Der Nachteil dieser Studie liegt unter anderem darin, dass nur Rauchmelder in Büros, Universitäten und Hotels getestet wurden, womit die Ergebnisse nur eine begrenzte Aussagekraft aufweisen. Daneben ist nicht klar, welche Art von Aerosolen das Testverfahren verwendet. Auch die Berechnung der Grenzwerte aus der Kalibrierung führt bei anderen Berechnungsverfahren zu anderen Ergebnissen und die Anzahl der geprüften Brandmelder pro Altersgruppe ist gering (dabei stellt sich allerdings die Frage, wie die Stichprobe beschaffen sein muss, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, die im Zweifelsfall einer sicherheitstechnischen und rechtlichen Beurteilung standhält).

Es lässt sich festhalten, dass alle Studien keine eindeutigen, belastbaren und verallgemeinerbaren Ergebnisse erzielen. Es zeigt sich generell, dass die Ausfallwahrscheinlichkeit von Brandmeldern

von der Nutzungsdauer abhängt. Eine exakte Funktion über die Nutzungsdauer liegt jedoch nicht vor. Zudem lassen sich sowohl verminderte als auch erhöhte Sensitivitäten der Brandmelder über die Nutzungsdauer feststellen. Während ersteres die Branderkennung verzögert oder ganz unterbindet, führt letzteres zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Falschalarmen. Die Studien liefern keine Anhaltspunkte, die dafür sprechen die aktuellen Regelungen der DIN 14675-1 und den Austausch von Brandmeldern anzupassen. Vielmehr lassen sich aus den Ergebnissen der neuesten Studie Anzeichen ableiten, dass die Regelungen zielführend sind.

4 Erläuterung der technischen und normativen Zusammenhänge

Im Folgenden werden die wesentlichen Sachzusammenhänge in Bezug auf die normative Funktionsprüfung und den Austausch von Brandmeldern dargestellt.

Das mögliche Resultat einer Funktionsprüfung ist der Austausch eines Brandmelders – insbesondere von Brandmeldern mit einer optischen Messkammer. Normativ sind für die Funktionsprüfung und dem Austausch von Brandmeldern drei Verfahrensweisen festgelegt. Zum einen über eine periodische Prüfung der normenkonformen Funktionsfähigkeit eines Brandmelders:

- a) Wird bei der jährlichen Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Brandmelders ein vom Hersteller vorgegebenes Prüfverfahren verwendet, mit welchem das vom Hersteller nach dem entsprechenden Normenteil der Normenreihe DIN EN 54 festgelegte Ansprechverhalten überprüft und nachgewiesen werden kann, so kann der Brandmelder bis zu dem Zeitpunkt im Einsatz bleiben, bei dem eine nicht zulässige Abweichung festgestellt wird [14, p. 33].

Zum anderen liefert der Standard zwei weitere Verfahrensweisen die jeweils entweder feste Austauschzyklen für die Brandmelder oder alternativ dazu gemäß der Fristen eine Werksprüfung und -instandsetzung³ vorsehen:

- b) Automatische punktförmige Brandmelder mit Verschmutzungskompensation oder automatischer Kalibriereinrichtung mit Anzeige bei einer zu großen Abweichung können bis acht Jahre im Einsatz bleiben, wenn die Funktionsfähigkeit des Brandmelders nachgewiesen ist, bei deren Überprüfung vor Ort jedoch nicht festgestellt werden kann, ob das Ansprechverhalten in dem vom Hersteller festgelegten Bereich liegt. Diese Brandmelder müssen nach dieser Einsatzzeit ausgetauscht bzw. einer Werksprüfung und -instandsetzung unterzogen werden.
- c) Automatische punktförmige Brandmelder ohne Verschmutzungskompensation oder automatischer Kalibriereinrichtung, bei deren Überprüfung vor Ort nicht festgestellt werden kann, ob das Ansprechverhalten in dem vom Hersteller festgelegten Bereich liegt, müssen spätestens nach einer Einsatzzeit von fünf Jahren ausgetauscht bzw. einer Werksprüfung und -instandsetzung unterzogen werden⁴.

Die Verfahrensweise (a) stellt die jährliche Überprüfung jedes Brandmelders vor Ort mittels eines vom Hersteller vorgegebenen Prüfverfahrens in den Mittelpunkt der Funktionsprüfung [14, p. 33]. Allerdings sind derzeit keine handhabbaren Prüfgeräte bekannt, die alle normativen Vorgaben erfüllen [12] diese Tätigkeiten vor Ort durchzuführen. Somit ist bei einem solchen Verfahren der zu prüfende Brandmelder einer Werksprüfung zu unterziehen. Temporär muss dieser Melder durch einen Ersatzmelder ersetzt werden, um das Schutzziel der Brandmeldeanlage während des Prüfungsvorgangs zu erfüllen. Sollte der überprüfte Brandmelder den vorgegebenen Kriterien bei der Prüfung nicht entsprechen, so ist er auszutauschen.

Die Verfahrensweise (a) findet in der Praxis aus den genannten Gründen kaum Anwendung, steht aber gleichzeitig dem technischen Fortschritt offen gegenüber. Die Verfahrensweisen (b) und (c)

³ Zur Werksprüfung merkt die Norm an [...], dass die Komponenten (z. B. Brandmelder) vom Hersteller [...] einer Überprüfung unterzogen werden. Hierbei wird festgestellt, ob das Ansprechverhalten usw. der Brandmelder den Anforderungen, die an das Produkt nach Norm gestellt werden, noch gerecht wird. Es ist dabei praktikabel, die Brandmelder im Objekt während dieser Überprüfung durch Leihprodukte oder Austauschmelder zu ersetzen, um damit den Betrieb der BMA sicherzustellen. Es ist inzwischen auch üblich, dass privatrechtlich vertraglich vereinbart ist, dass die Brandmelder durch geprüfte Brandmelder ersetzt werden. Dies kann in einem Instandhaltungsvertrag geregelt werden.

⁴ Die Norm führt weiter aus, dass bei Mehrfachsensormeldern mit abgeschaltetem Rauchsensor [...] im Falle einer späteren Aktivierung des Rauchsensors das Alter des Brandmelders zu überprüfen und der Melder ggf. entsprechend der Vorgaben aus den Punkten a) bis c) auszutauschen [ist]. Wird bei automatischen Brandmeldern die Messkammer vor Ort gereinigt oder werden Teile der Messkammer bzw. die gesamte Messkammer ausgetauscht, so muss sichergestellt sein und nachgewiesen werden, dass sich nach der Reinigung oder dem Austausch der Messkammer das Ansprechverhalten des automatischen Brandmelders in dem vom Hersteller nach dem entsprechenden Normenteil der Normenreihe der DIN EN 54 festgelegten Bereich befindet.

sehen zur Funktionsprüfung jeweils zwei alternative Herangehensweisen vor. Einerseits sind bestimmte und planbare Austauschzyklen für Brandmelder festgelegt – die implizit das Altern der Melder in ihrer Umgebung einschließlich der elektronischen Bauteile im Laufe ihrer Einsatzzeit berücksichtigen. Ein automatischer punktförmiger Brandmelder mit einer Verschmutzungskompensation bzw. automatischen Kalibrierungseinrichtung ist nach spätestens acht Jahren auszutauschen (Verfahrensweise b). Besitzt er keine Verschmutzungskompensation oder automatische Kalibrierungseinrichtung, dann ist er nach fünf Jahren zu ersetzen (Verfahrensweise c).

Bild 2 zeigt die Prozessschritte in Abhängigkeit der Verfahrensweise (b und c) anhand der Werksprüfung und -instandsetzung (oben) oder über den direkten Austausch der Brandmelder (unten). Der Austausch gestaltet den Vorgang verhältnismäßig sicher, planbar und effizient, d. h. zeit- und kostenschonend. Setzen sich in Zukunft fernbedienbare Zugriffe auf Brandmeldeanlagen durch – was sich abzeichnet (vgl. [60]) –, dann könnte sich die Überprüfung der Brandmelder auf Funktionalität einerseits und auf ihre Normenkonformität andererseits weiter vereinfachen bzw. zum Teil automatisieren (es dürfte aber schwierig sein, alle Umgebungsbedingungen aus der Ferne zu prüfen).

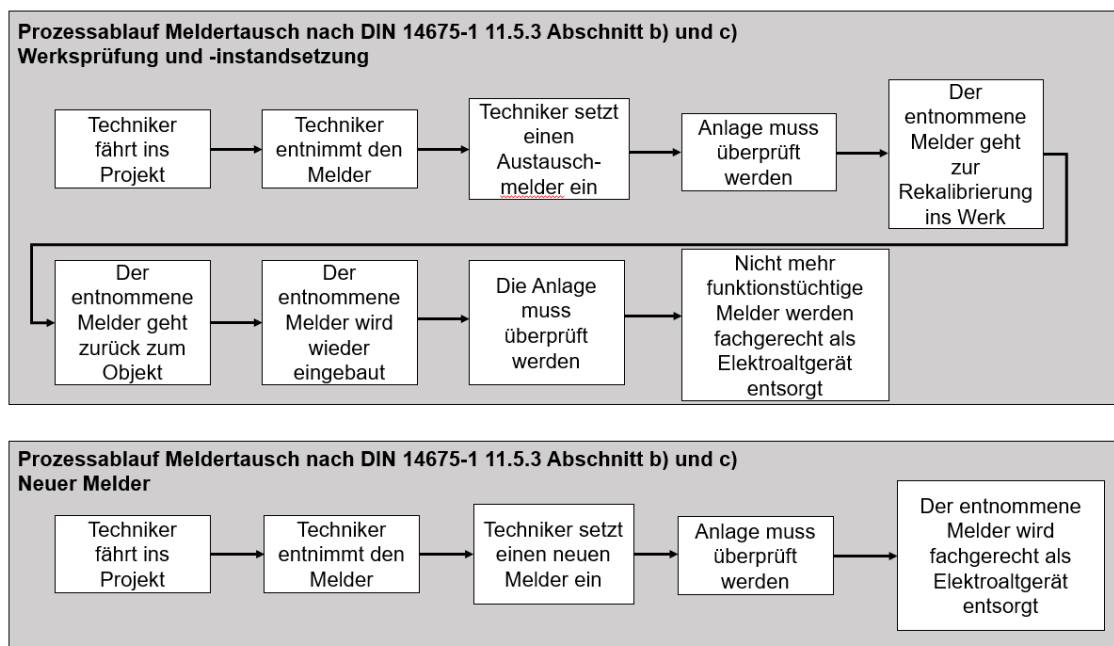


Bild 2: Prozessablauf für den Austausch eines Brandmelders nach DIN 14675 (11.5.3) mit einer Werksprüfung (oben) und mit einem direkten Austausch von Brandmeldern (unten).

Fazit & Ausblick

Natürgemäß zeigen Brandmelder, wie alle anderen technischen Systeme, zufallsverteilte Ausfälle und Alterungseffekte, die durch präventive Maßnahmen nach den Regeln der Technik zu vermeiden sind, um eine Funktionsbeeinträchtigung im Anforderungsfall zu verhindern. Da es sich bei Brandmeldern um offene Systeme handelt, spielen Wechselwirkungen mit der Umgebung eine große Rolle. Neben der Alterung der Bauteile wirken sich demnach auch umgebungsbedingte Verschmutzungen etc. auf das Ansprechverhalten von Brandmeldern – insbesondere optischen Brandmeldern – aus, was auf der einen Seite zu Täuschungsalarmen und im Brandfall zu einer verzögerten Auslösung führen kann. Um dem entgegenzuwirken, wurden in Deutschland in die DIN 14675-1, Abschnitt 11.5.3, Vorgehensweisen für die Funktionsprüfung und dem kontrollierten Austausch von Brandmeldern unter dem Einfluss von Erfahrungen aus dem Ausland normativ festgelegt und für bestimmte Melderarten vereinfachende Vorgehensweisen über Tauschzyklen ermöglicht.

Der Austausch von funktionsrelevanten Komponenten ist ein üblicher Vorgang und keine Besonderheit der Brandmeldetechnik. Wird dagegen auf den kontrollierten Austausch von Brandmeldern verzichtet, so entstehen Opportunitätskosten in Bezug auf die Haftungssicherheit sowie die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Brandmeldeanlage und deren Schutzziele. Der Tenor der Regelungen zur Funktionsprüfung und dem kontrollierten Austausch von Brandmeldern lautet Sicherheit vor Wirtschaftlichkeit und dient der Risikominimierung und Planbarkeit.

Die DIN 14675-1 hat über die Jahre zu einer erheblichen Steigerung der Qualität bei Planung, Installation und Betrieb von Brandmeldeanlagen geführt, heißt es auch aus der Praxis. Bei der Evidenz indizieren die wenigen Untersuchungen über die Alterung von Brandmeldern, dass die Regelungen der DIN 14675-1 zielführend sind. Allerdings liegen keine eindeutigen, belastbaren und verallgemeinerbaren Ergebnisse vor, da alle Studien auch gewisse Schwächen aufweisen. Die exakte Funktion der Ausfallwahrscheinlichkeit von Brandmeldern in Abhängigkeit ihrer Nutzungsdauer, die den Umgebungsbedingungen gerecht werden, ist nicht bekannt. Das liegt vor allem an den heterogenen Einsatzbedingungen, den unterschiedlichen Meldertypen und verschiedenen Bauteilen, die ihrerseits wiederum von der Umgebung abhängig sind. Aufgrund der komplexen Wirkmechanismen ist es schwierig gesicherte Erkenntnisse über das Ausfallverhalten von Brandmeldern über die Nutzungsdauer zu erzielen, die im Zweifelsfall sogar einer sicherheitstechnischen und rechtlichen Bewertung standhalten.

Es zeichnet sich ab, dass sich in Zukunft der Zugriff auf Brandmelder aus der Ferne durch remotefähige Brandmeldeanlagen stärker durchsetzen wird. In diesem Zuge wird die Überprüfung der Brandmelder aus der Ferne auf ihre Funktionalität einerseits und andererseits hinsichtlich der Erfüllung der normativen Anforderungen ebenfalls an Bedeutung gewinnen und den Vorgang weiter vereinfachen. Gleichzeitig lassen sich mit dieser Entwicklung einige aktuelle Hürden bei der Erkenntnisgewinnung abbauen. Diese neuen Technologien, die dieser Entwicklung entspringen, werden die Überprüfung der Funktion des Brandmelders per Remote ermöglichen, allerdings lassen sich die Wirksamkeit nach den Anforderungen der Normenreihe EN 54 und die Berücksichtigung einiger Umgebungsbedingungen nicht ohne Weiteres prüfen.

Durch den kontrollierten Austausch von Brandmeldern und damit der Aufrechterhaltung der normativ festgelegten Anforderungen wird nicht nur ein Beitrag zur Reduzierung von Täuschungsalarmen geleistet, sondern auch die Erreichung der Schutzziele von Brandmeldeanlagen nachhaltig gewährleistet. Weiterführende Forschungsarbeiten sind notwendig, allerdings sind dabei die vorliegenden Erkenntnisse sorgfältig zu beachten.

Literatur

- [1] Festag, S. (04/2023). Minimization of Risk by the Controlled Replacement of Fire Detectors. Fire Technology, <https://doi.org/10.1007/s10694-023-01409-4>
- [2] Meyna, A. & Pauli, B. (2003). Taschenbuch der Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechnik. Quantitative Bewertungsverfahren. München: Carl Hanser Verlag.
- [3] Schuster, R.I. (1997). Verallgemeinerung des Semi-Markow-Prozesses zur Simulation und quantitativen Betrachtung des Ausfallverhaltens sicherheitsrelevanter technischer Systeme. Sicherheitswissenschaftliche Monographie Band 19. Gesellschaft für Sicherheits.
- [4] Birolini, A. (1997). Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen. Heidelberg: Springer Verlag.
- [5] Strnad, H. (1985). Sicherheitstechnische Anlagenplanung und Anlagenbewertung. In Olaf H. Peters & Arno Meyna (Hrsg.), Handbuch der Sicherheitstechnik, Band 1: Sicherheit technischer Anlagen, Komponenten und Systeme, Sicherheitsanalyseverfahren (463-495), München/Wien: Carl Hanser Verlag.
- [6] Lehder, G. & Skiba, R. (2007). Taschenbuch Betriebliche Sicherheitstechnik. 5. Auflage, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- [7] Meyna, A. (1982). Einführung in die Sicherheitstheorie. Sicherheitstechnische Analyseverfahren. Carl Hanser Verlag, München.
- [8] Peters, O. & Meyna, A. (1986). Handbuch der Sicherheitstechnik (Band 2). München: Carl Hanser Verlag.
- [9] Kuhlmann, A. (1997). Einführung in die Sicherheitswissenschaft. TÜV Rheinland Verlag, Köln.
- [10] Meister-Scheufelen, G. (2021). Empfehlungsbericht des Normenkontrollrates Baden-Württemberg – Entlastung von Bürokratie und Baukosten durch Optimierung des Brandschutzes. Normenkontrollrat Baden-Württemberg.
- [11] Baltzer, S. (07.11.2017). Wie die Brandschutzrepublik Deutschland ihre Bürger fordert und frustriert., Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung, URL: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/brandschutz-verordnungen-in-deutschland-werden-immer-teurer-15277814.html> (23.07.2021).
- [12] DIN EN 54-7 (2018). Brandmeldeanlagen – Teil 7: Rauchmelder – Punktförmige Rauchmelder nach dem Streulicht-, Durchlicht- oder Ionisationsprinzip; Deutsche Fassung EN 54-7:2018. Berlin: Beuth-Verlag.
- [13] Schlosser, I., Hartwig, A. & Berger, H. (2008). Brandschutzanlagen. Teil 2: Gaslöschanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Brandmeldeanlagen. Köln: VdS Schadensverhütung Verlag..
- [14] DIN 14675-1 (2020). Brandmeldeanlagen – Teil 1: Aufbau und Betrieb. Berlin: Beuth-Verlag.
- [15] DIN VDE 0833-1 (2014). Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall. Teil1: Allgemeine Festlegungen. Berlin: Beuth-Verlag.
- [16] DIN VDE 0833-2 (2022). Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall –Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen. Berlin: Beuth-Verlag.
- [17] DIN 14675-2 (2020). Brandmeldeanlagen – Anforderung an die Fachfirma. Berlin: Beuth-Verlag.
- [18] Festag, S. & Staimer, A. (2012). Unterschiedliches Verhalten gleicher Anlagentechnik: Erläuterung am Beispiel der Gegenüberstellung von deutschen und britischen automatischen Brandmeldeanlagen. vfdb Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz. Nr.3, S.128-134..
- [19] Prakash, S. et al. (2016). Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“. Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit,, Forschungskennzahl 3713 32 315.
- [20] Rauchhofer, H.-H. (1985). Sicherheit durch vorbeugende Instandhaltung In Olaf H. Peters & Arno Meyna (Hrsg.), Handbuch der Sicherheitstechnik, Band 1: Sicherheit technischer Anlagen, Komponenten und Systeme, Sicherheitsanalyseverfahren (521-560), München/Wien: Carl Hanser Verlag.
- [21] BBSR (2008). Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276-1. Datenbank Zwischenauswertung. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Berlin.
- [22] ZVEI Merkblatt 33005:2010-06. DIN 14675 Austausch von Brandmeldern. ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
- [23] Festag, S. & Lipsch, C. (11/2020). Eine Zuverlässigkeitsanalyse von automatischen Brandmeldeanlagen. vfdb Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz, 4 (S.147-155).
- [24] Muster-Bedenkenanzeige – Unterlassung des Brandmeldertauschs nach DIN 14675-1. BMA-11113-2020-03. BHE – Bundesverband Sicherheitstechnik e.V.
- [25] Lipsch, C. (2019) Verfügbarkeit von Brandmeldeanlagen. Bachelorthesis, Bergische Universität Wuppertal.
- [26] Festag, S. & Lipsch, C. (2019). Empirische Untersuchung der statistischen Verfügbarkeit von automatischen Brandmeldeanlagen. 5. Magdeburger Brand- und Explosionsschutztag, 25.-26.03.2019.
- [27] Festag, S. & Döbbling, E.P. (2020). vfdb-Brandschadenstatistik: Untersuchung der Wirksamkeit (anlagentechnischer) Brandschutzmaßnahmen. Technischer Bericht TB 14-01, Münster: vfdb.

- [28] Festag, S. (08/2018). Untersuchung der Wirksamkeit von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen - Exemplarische Ergebnisse für einen aktuellen Überblick. Technische Sicherheit, 7 (8), 34-40.
- [29] Festag, S. (12/2016). vfdb-Brandschadenstatistik: Untersuchung der Wirksamkeit von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen. Vortrag, Fachtagung Brandmeldeanlagen, 08.12.2016, Köln: VdS.
- [30] Festag, S. (01.10.2020). Statistischer Nachweis der Wirksamkeit anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen. FeuerTrutz Brandschutzkongress 2020 in digitaler Form.
- [31] Festag, S. (23.04.2021). Die Wirksamkeit von Brandschutzmaßnahmen im industriellen Umfeld - erste Erkenntnisse. DECHEMA PRAXISforum Brandschutz und Anlagensicherheit in der chemischen Industrie, 22.-23.04.2020.
- [32] Festag, S. (2016). False alarm ratio of fire detection and fire alarm systems in Germany – A meta analysis. Fire Safety Journal 79 (S.119-126).
- [33] Festag, S. et al. (2018). False Alarm Study: False Alarm Data Collection and Analysis from Fire Detection and Fire Alarm Systems in Selected European Countries. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- [34] Schmitz, D. & Festag, S. (10/2014). Estimating the magnitude of the false alarm ratio generated from installed fire detection and fire alarm systems in Germany based on fire brigades data. In Ingolf Willms (Hrsg.), Proceedings, 15th International, Conference on Automatic Fire Detection 14.-16. October 2014, Duisburg (I-11|I-18), Duisburg: Universität Duisburg-Essen (ISBN 978-3-940402-02-8).
- [35] Rütimann, L. & Festag, S. (2/2017). False alarms from fire detection and fire alarm systems in selected European countries: Results. Vortrag, European Conference on Research into fire technologies shaping future standards, 07.02.2017. Berlin., European Society for Automatic Alarm Systems e.V. (EUSAS) and EURALARM.
- [36] Festag, S. & Rütimann, L. (9/2017). False Alarms of Fire Detection and Fire Alarm Systems in selected European Countries. In Thorsten Schultze (Hrsg.), Proceedings, 16th International Conference on Automatic Fire Detection, 12.-14. September 2017., Maryland (I-43-I-50). Duisburg: Universität Duisburg-Essen (ISBN 978-3-940402-11-0).
- [37] Festag, S. & Schmitz, D. (2014). Bestimmung der Falschalarmrate von Brandmeldeanlagen. vfdb Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz. Nr.3.
- [38] Festag, S. (2/2015). Vermeidung von Falschalarmen. FeuerTrutz Brandschutzkongress für vorbeugenden Brandschutz in Deutschland. Brandschutz auf dem Prüfstand: Schutzziele, Anforderungen, Praxistipps – Dialog um die richtige Lösung. 18.-19.02.2015, Nürnberg.
- [39] Festag, S. (09/2019). Falschalarme als Phänomen - Chancen, Risiken und Gegenmaßnahmen. In Jochen Zehfuß (Hrsg.), Braunschweiger Brandschutz-Tage 2019. 33. Fachtagung, Brandschutz, Forschung und Praxis, Heft 235 (99-110). Braunschweig: Technische Universität Braunschweig.
- [40] Schmitz, D. (2013). Untersuchung zur Bestimmung der Größenordnung von Falschalarmierungen von Brandmeldeanlagen. Bachelorthesis, Bergische Universität Wuppertal.
- [41] Chagger, R. (2020). Determining the optimum replacement periods of optical smoke detectors and alarms. Briefing Paper BRE Group.
- [42] Festag, S. (2017). Brandalarm, aber hat es auch gebrannt (?) – Herausforderungen für eine sichere Branderkennung. 64. Jahresfachtagung der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V (S. 71-90). Bremen, 21-24 Mai 2017.
- [43] Friedl, W.J. (1994) Fehlalarme minimieren: Brand- und Einbruchmeldeanlagen - Brandlöschsysteme. Technische Akademie Wuppertal. Berlin Offenbach: vde-Verlag.
- [44] Euralarm (2021). Fact Sheet – Increase fire safety by understanding false alarms. Zug, Schweiz.
- [45] Laarmann, R. (2019). Gefährdungsbeurteilung nach § 3 – Arbeitsstättenverordnung zum Austausch von Brand- (Rauch-) meldern in Brandmeldeanlagen und Feststellanlagen von Türen und Toren. BLB NRW.
- [46] NA 144 (2018). Risikobasierte Instandhaltung von Brandmeldeanlagen. NAMUR - Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie e.V.
- [47] Festag, S. (10/2016). Die Bedeutung des menschlichen Verhaltens für den Brandschutz - Exemplarische Erklärungen. In: 4. Vorarlberger Brandschutztag, Brandverhütungsstelle Vorarlberg, Dornbirn, S. 5-12.
- [48] Festag, S. (02/2017). Der Faktor Mensch – Die unterschätzte Größe bei Sicherheitsfragen. FeuerTrutz Brandschutzkongress für vorbeugenden Brandschutz in Deutschland. 22.-23.02.2017, Nürnberg.
- [49] Europäische Kommission (2019). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Der europäische Grüne Deal. Brüssel..
- [50] Ökodesign-Richtlinie (2009). Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte.
- [51] Brennan, K. F. et al. (1999) Review of reliability issues of metal-semiconductor-metal and avalanche photodiode photonic detectors. Microelectronics Reliability 39, 1873-1883.
- [52] Duffy, A. P. et al. (2014). Electromagnetic Monitoring of Semiconductor Ageing. Procedia CIRP. Band 22, Nr. 1 (S.98-102).
- [53] Meurman, K. (03/2018). Ageing Study on smoke alarms. Tuke - Finnish Safety and Chemicals Agency, Helsinki.

- [54] Schultze, T. et al. (2017). Aging impact on the behaviour of smoke alarms in office environments. EUSAS / EURALARM Conference on "Research into fire technologies shaping future standards", Berlin, Germany, February 7-8, 2017.
- [55] Krüll, W. et al. (2016). Influence of the operating time on the behavior of smoke alarms in typical office environments. SupDET 2016, Suppression, Detection and Signaling Research and Applications Conference, March 1-4,.
- [56] Reinstema, J. (2014). Analysis of the pollution of smoke detectors. Proceedings, 15th International Conference on Automatic Fire Detection 14.-16. October 2014, Duisburg: Universität Duisburg-Essen (ISBN 978-3-940402-02-8).
- [57] Macleod, J. et al. (2020) Reliability of fire (point) detection system in office buildings in Australia – A fault tree analysis, Fire Safety Journal. p. 103150.
- [58] Silverman, M. (2006). HALT vs. ALT: when to use which technique?. RAMS '06. Annual Reliability and Maintainability Symposium, 2006. Newport Beach, CA. (S. 310-312).
- [59] Krause, U. (2020). Recherchestudie zur Alterung von Brandmeldern. Abschlussbericht Steinbeis-Transferzentrum Creative Safety Technology and Research (CSTR). 19.08.2020.
- [60] DIN EN 50710 VDE 0830-101-1:2022-05. Anforderungen an die Bereitstellung von sicheren Ferndiensten für Brandsicherheitsanlagen und Sicherheitsanlagen. Berlin: Beuth-Verlag.
- [61] DIN EN 13306 (2018). Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung; Dreisprachige Fassung. Berlin: Beuth-Verlag.

Kontakt

Peter Krapp • Geschäftsführer Fachverband Sicherheit und Arge Errichter und Planer
Tel.: +49 69 6302 272 • Mobil: +49 162 2664 927 • E-Mail: Peter.Krapp@zvei.org

ZVEI e. V. • Verband der Elektro- und Digitalindustrie • Lyoner Straße 9 • 60528 Frankfurt am Main
Lobbyregisternr.: R002101 • EU Transparenzregister ID: 94770746469-09 • www.zvei.org

Datum: 25.07.2023