Sprachalarmierung und Signalalarmierung

Menschliches Verhalten im Evakuierungsfall

AUTOR: MICHAEL KÖHLER

Lautsprecher für Durchsagen und zur Sprachalarmierung im Stadion Toulouse (Foto: DAS Audio)

Wie verhalten sich Menschen in Gefahrensituationen in Gebäuden, wie erreicht eine Alarmierung die betroffenen Menschen und was ist dabei zu beachten? Dieser Artikel basiert auf einer Literaturrecherche und versucht, das Thema nachvollziehbar zusammenzufassen und konkrete Hilfe bei der Auswahl der Alarmierungsart zu bieten.

Hinweis: Allen Anwendern des vfdb-Leitfadens „Ingenieurmethoden des Brandschutzes" ist die Tabelle E.2 der BS 7974-6:2019 empfohlen, da hier aktuelle Reaktionszeiten zu finden sind. Im vfdb-Leitfaden, Kapitel 9, ist leider noch eine Version mit deutlich zu kurzen Reaktionszeiten vorhanden.

Der Faktor „Mensch" im Brandschutzkonzept

Wenn die betroffenen Menschen auf eine Alarmierung nicht reagieren können, wie es im Brandschutzkonzept vorgesehen ist, dann sind fast alle Brandschutzmaßnahmen – technisch wie baulich – nicht mehr in der Lage, die Menschen ausreichend zu schützen. Die beste Technik, z. B. zur Rauchfreihaltung, wird früher oder später versagen. Dies ist in aller Regel auch so gedacht. Der Aufwand, ein bestimmtes Schutzziel aufrechtzuerhalten, wird mit zunehmender Dauer der Beanspruchung immer größer und letztlich damit auch – meist – exponentiell teurer. Im Sinne einer Risiko-/Kosten-Abwägung ist es also notwendig, ein auskömmliches Schutzniveau nur so lange wie notwendig aufrechtzuerhalten.

Befinden sich trotz erfolgter Alarmierung beim Eintreffen der Rettungskräfte noch Personen im Gebäude, muss das Gebäude erst aufwendig evakuiert werden. Die anrückende Feuerwehr erwartet bei öffentlichen Gebäuden und Industriebetrieben oft, dass dies geräumt ist. Eine Evakuierung stellt für die eintreffenden Feuerwehrfrauen und -männer ein nur schwer lösbares Problem dar, insbesondere wenn keine hinreichenden Kommunikationswege zu den Menschen vorhanden sind. Schlicht schon aufgrund der geringen Anzahl an Kräften, die dann ausschließlich damit beschäftigt sind, Menschen zu retten – und das unter höchster Eigengefährdung.

Was passiert denn in der Praxis im Brandfall? Es gibt zahlreiche Beispiele von Ereignissen, in denen Menschen sich augenscheinlich selbst in Gefahr begeben haben, dieser nicht entflohen sind oder erst verzögert reagiert haben.

Beispiel Schule Osterbrook

Ein durch zwei Presseartikel [1] relativ gut dokumentiertes Ereignis ist der Brand in der Schule Osterbrook in Hamburg-Hamm 1999. Dort war bei Bauarbeiten ein Brand ausgebrochen. Es ist kein Kind verletzt worden. Augenzeugen berichten aber über typische Verhaltensansätze wie z. B. das Suchen nach mehr Informationen (als die Alarmierung selbst bieten konnte): „Alle sind zuerst ans Fenster, um zu sehen, was los ist." und dass die Kinder schnell die Situation erfasst hatten: „Aber die Schüler haben schnell begriffen, dass es diesmal ernst war". Auch dies eine typische Randbemerkung, deutet sie doch darauf hin, dass zu früheren Zeitpunkten eine Alarmierung nicht ganz so ernst genommen worden ist. Dieses Ereignis ist glimpflich für die Schüler ausgegangen.

Eine weitere Quelle für ausführlich aufgearbeitete Brandereignisse, leider mit deutlich dramatischeren Ausgängen, findet sich in der Publikation des BS 7974-6:2019. Die Ereignisse werden kurz zusammengefasst und die Reaktionszeiten werden in einer Tabelle verglichen. Ausführliche Berichte zu den Ereignissen finden sich in den Literaturnachweisen im Anhang von BS 7974-6 [2]. Leider gibt es in Deutschland keine vergleichbar strukturierte Aufarbeitung.

Verletzungen durch Rauch – ein Beitrag zur Risikoabschätzung

In Deutschland haben wir glücklicherweise „nur" rund 350 Brandtote

[1] N. N., 1999; Zand-Vakili, welt.de, 1999
[2] The British Standards Institution, 2019

im Jahr zu beklagen [3], leider gibt es keine Statistik zu „leicht-“ und „schwerverletzten“ Personen oder zu Personen, die durch Rauch verletzt worden sind.

Eine Annäherung bietet die Statistik des bvfa [4]. Diese bezieht sich auf Pflegeheime. Daher ist das Verhältnis zwischen Brandtoten und Verletzten vielleicht höher als im gesamten Durchschnitt: Auf einen tödlich verletzten Menschen in einer Pflegeeinrichtung kommen 18 verletzte Personen. Andere Experten [5] schätzen ein Verhältnis von 1 zu 10. Damit sprechen wir für Deutschland von 3.500 bis 6.000 verletzten Personen pro Jahr, und es darf angenommen werden, dass ein hoher Prozentsatz dieser Verletzten durch Rauchgase verletzt worden ist.

Denn das ist genau das, was Menschen am wahrscheinlichsten widerfährt, die nicht auf eine Alarmierung verzögerungsfrei reagieren. Ist es das, was wir akzeptieren können und wollen? Um sich dem Thema zu nähern, lohnt ein Blick in (not-)ärztliche Leitlinien zur Behandlung von Rauchgasopfern [6].

Zilker unterteilt die Patienten, die am Brandort angetroffen werden, in fünf Kategorien, um die Patienten zielgerichtet behandeln zu können. Kriterien sind insbesondere Symptome (Augenreizung, Schwere des Hustens, Sauerstoffsättigung und Bewusstseinszustand). Für diesen Artikel sind Patienten der Kategorie 1 und 2 besonders relevant, weil diese Patienten bei Bewusstsein sind und sich noch selbst retten konnten. Die Patienten der Kategorie 3–5 konnten sich schon nicht mehr selbst retten und die Überlebensrate ist stark reduziert.

Patienten in Kategorie 1 weisen Reizerscheinungen der Augen und der oberen Atemwege auf (z. B. Brennen beim Einatmen); es besteht Husten ohne Verkrampfung der Atemwege und die Sauerstoffsättigung (SpO_2) ist normal. In Kategorie 2 klagen die Patienten zusätzlich über Atemnot, Krämpfe beim Husten und die Sauerstoffsättigung ist bereits vermindert.

Um in Kategorie 1 zu fallen, genügt es, wenn ein gesunder Mensch wenige Sekunden in leicht verrauchten Bereichen atmet. Ist man dem Rauch nur wenig länger ausgesetzt oder leidet man bereits an z. B. Atemwegserkrankungen (bis zu 20 % der betroffenen Menschen [7]), ist man höchstwahrscheinlich bereits in Kategorie 2 einzuteilen.

Um die Dramatik, die damit verbunden ist, zu erfassen, schauen wir auf die empfohlene Behandlung dieser Patienten: Bereits bei Patienten der Kat. 1 wird eine Untersuchung in der Klinik empfohlen. Nach Aussage behandelnder Ärzte in der Notaufnahme bleiben diese Patienten in aller Regel mindestens eine Nacht stationär. Patienten der Kat. 2 bekommen sofort Sauerstoff, stark wirkende Medikamente und müssen lückenlos für mind. 24 Stunden überwacht werden, d. h. in den meisten Krankenhäusern ist das heute immer noch die Intensivstation. Bei diesen Patienten wird empfohlen, frühzeitig zu intubieren, um die Lungenventilation zu gewährleisten. Dabei muss auch noch beachtet werden, dass Symptome noch bis zu mehr als 30 Stunden nach einer Rauchgasexposition auftreten können [8].

Abgesehen von der reinen Menge an Patienten, die u. U. auf die Rettungskräfte und Krankenhäuser zukommen, und der z. T. einschneidenden Behandlung der Menschen, ist noch zu beachten, dass bei einer Kohlenmonoxidintoxikation (Bestandteil der Rauchgase) 10 bis 40 % der Patienten Folgeschäden an Herz und Nervensystem, Gedächtnis- und Konzentrationsstörungen, chronische Beschwerden wie Schwindel, Kopfschmerzen und Übelkeit bis hin zu Störungen der Persönlichkeit entwickeln.

Wie reagieren Menschen auf einen Alarm?

Kommen wir zurück zu den Menschen und ihrem Verhalten bei Brandereignissen. Wenn man die einschlägige Literatur liest, exemplarisch seien hier [9] und [10] erwähnt, fallen gewisse Verhaltensmuster auf. Um diese zu verstehen, hilft der Beitrag von Fitzpatrick und Mileti [11].

In ihrer Arbeit haben sie den Prozess, den ein Mensch bei einer Alarmierung durchläuft, untersucht und ihn in fünf Phasen unterteilt. Für uns als Experten für Brandmelde- bzw. Evakuierungstechnik ist diese Arbeit eine wichtige Grundlage: Sie hilft uns zu verstehen, warum sich Menschen bei einer Alarmierung entsprechend verhalten und wo Probleme der Alarmierung liegen können:

1. Wahrnehmen

Zum Beispiel führt das Nichthören eines Alarmes – logischerweise – immer zu einer verzögerten Reaktion.

Was sich zunächst wie eine Platitüde anhört, ist aber bereits bei näherer Betrachtung existenziell. Ist zum Beispiel die Sprachverständlichkeit (STI) bei einer Sprachalarmanlage (SAA) gegeben? Ist der Störschallpegel (egal ob bei einer SAA oder Sirene) vielleicht zu hoch? Eine fachgerechte STI-Messung bei einer SAA oder die korrekte Schalldruckpegelmessung bei einer Sirenen-Alarmierung ist somit überaus wichtig. Aber selbst bei ausreichender Hörsamkeit und Verständlichkeit gibt es Menschen die nicht hören wollen bzw. können, z. B. weil gerade etwas anderes ihre Aufmerksamkeit stark in Anspruch nimmt oder sie Kopfhörer tragen. Helfen kann hierbei auch die Anwendung des „Zwei-Sinne-Prinzips“ [12].

2. Verstehen

Die adressierten Menschen müssen wissen, was die Alarmierung bedeutet.

© Christoph-Taterka.de

Der Autor dieses Beitrags, ***Michael Köhler***, ist Experte für Sprachalarmanlagen.

Kontakt:
mail@
michaelkoehler.eu

[3] Feuertrutz: Statistik der Brandtoten in Deutschland
[4] bvfa-Statistik
[5] Thönißen, 2020
[6] Zilker, 2004
[7] Gröner, 2020 https://www.lungenaerzte-im-netz.de/krankheiten/
[8] Herdtle, 2020
[9] Canter, 1990
[10] Künzer, 2017
[11] Fitzpatrick & Mileti, 1994
[12] Künzer & Hofinger, 2018

Leider hat eine Sirene keine eindeutige Bedeutung. Diese Bedeutung muss erst erlernt werden. Kennen Sie den DIN-33404-Alarm-Ton? Kennen Sie die unterschiedlichen Signale der Zivilschutzsirenen? Ich auch nicht. Im Fall einer Alarmierung über Zivilschutzsirenen schaue ich auch lieber in die Warn-App „NINA“, um zu wissen, was los ist. Dagegen ist die Bedeutung einer Durchsage – wenn diese sorgfältig gemacht ist – sofort klar.

3. Als „echt“ identifizieren

Auch bzw. gerade bei regelmäßigen Übungen sind immer wieder Nachlässigkeiten zu beobachten. Menschen tendieren zum Beispiel dazu zu denken: „Ach, das ist wieder ein Probealarm. Da gehe ich nicht raus in den Regen.“ Das heißt, strikte Anweisungen sowie Vor- und Nachbesprechungen mit strukturierter Auswertung sind bei Übungen besonders wichtig [13].

Hierbei ist auch zu beachten, dass der Betreiber eines Gebäudes für die Übungen verantwortlich ist und natürlich die u. U. erheblichen regelmäßigen Kosten der Übungen tragen muss. Eine Pflicht zur Übung kann sich zum einen aus einer Vorschrift [14] ergeben und zum anderen aus dem Stand der Forschung [15] oder daraus, dass der Verfasser des Brandschutzkonzeptes Übungen in einer bestimmten Frequenz in seinem Konzept festschreibt. Vielleicht auch mit Verweis auf die VDI Richtlinie 4062.

4. Auf sich beziehen und als wichtig anerkennen

Wenn Personen glauben, dass eine Warnung nicht für sie bestimmt ist („Mir passiert doch nichts“), werden sie eher nicht reagieren. Wenn die Menschen aber glauben, dass es sie betrifft, werden sie eher handeln.

Bei einer Sirenen-Alarmierung hängt es von der persönlichen Risikoeinschätzung ab, ob und wie die Person reagiert. Die Risikoeinschätzung ist beeinflusst durch z. B. Bildung, Vorerfahrung oder auch Geschlecht und somit praktisch nicht vorhersehbar.

Bei einem Sprachalarm hilft die persönliche Ansprache, damit die/der Einzelne sich sofort angesprochen fühlt und versteht, welche Gefahr vorliegt. Dabei ist darauf zu achten, dass sie so formuliert ist, dass alle Personen sich angesprochen fühlen und wissen, wie zu handeln ist.

5. Entscheiden und reagieren

Menschen zeigen nach dem Durchlaufen der Phasen 1–4 insbesondere drei Verhaltensweisen:

- ❑ Warten auf Instruktionen
- ❑ Aktive Suche nach weiteren Informationen, um sich zu entscheiden
- ❑ Verlassen der Infrastruktur

Selbst am Ende dieses Prozesses kommt es also nicht zwangsweise sofort zum Verlassen des Gebäudes.

Allgemein kann man feststellen, dass auch diese Phase mit einer „klaren Ansage“ auf ein Minimum reduziert werden kann, wenn man die wichtigen Informationen

- ❑ Was ist passiert?
- ❑ Was ist zu tun?
- ❑ Warum ist es zu tun?

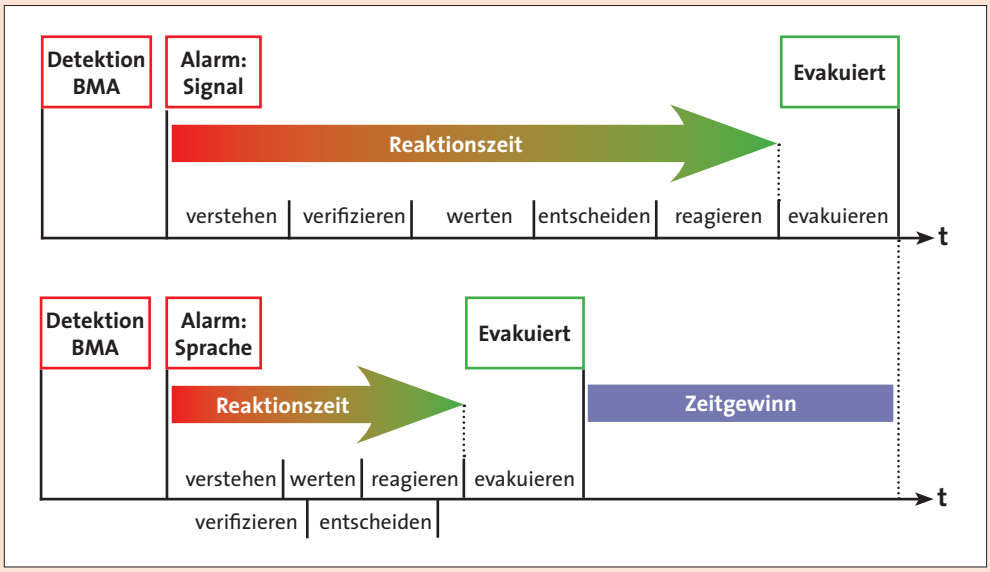
klar, verständlich und eindeutig kommuniziert. Das ist auch mit einer Sirenen-Alarmierung möglich, aber nur wenn die Vielzahl von damit verbundenen Informationen im Vorfeld erlernt worden ist.

Um insbesondere bei einer Sprachalarmierung die o. g. Phasen im Sinne einer kurzen Reaktionszeit zu optimieren, finden sich bei Fitzpatrick und Mileti [16] konkrete Hilfestellungen, wie die Botschaften aufzubereiten sind.

Die wesentlichen Eigenschaften der Botschaft im Kontext der Alarmierung in Gebäuden setzen sich zusammen aus:

- ❑ Konsistenz: Widersprüchliche Aussagen führen zu Verunsicherung.
- ❑ Genauigkeit und Vollständigkeit: Schlecht ist z. B.: „Teile des Gebäudes müssen geräumt werden“.
- ❑ Klarheit: einfache Sätze ohne Fremdworte
- ❑ Bestimmtheit: „Es brennt“ statt: „Es gibt einen technischen Defekt“
- ❑ Umfang: z. B. „Es besteht akute Gefahr durch giftigen Rauch“
- ❑ Klare Anweisung(en): Wie ist zu handeln? „rausgehen“. Und wann soll es gemacht werden? „jetzt“
- ❑ Wiederholung der Warnung: um alle zu erreichen und der Warnung Nachdruck zu verleihen

Gegenüberstellung der Räumungszeiten bei Signal- und Sprachalarmierung



[13] VDI, VDI 4062 „Evakuierung von Personen im Gefahrenfall“, 2016
[14] Bund, 2017
– Ministerialblatt, 2017, S. 10
– GefStoffV, 2017, S. 20;
Richtlinien, NRW, 2009
[15] Künzer, 2017
[16] Fitzpatrick & Mileti, 1994

❑ Beschreibung der Örtlichkeit: genaue Bezeichnung wie „dieses Gebäude“ und nicht „Gebäudeteil Nord/Süd“

Wenn alle diese Aspekte in einer Alarmierungsdurchsage optimal vorhanden sind und umgesetzt werden, ist eine erfolgreiche Evakuierung mit einem Sprachalarm deutlich wahrscheinlicher und die Evakuierungszeit besteht in vielen Fällen im Wesentlichen aus der Zeit, die zum Verlassen des Gebäudes benötigt wird.

Es ist vermutlich auch kein Zufall, dass die Arbeit [16] aus Nordamerika stammt. Zum Beispiel findet sich in den USA bereits seit 1990 explizit die Forderung nach Sprachalarmierung (zunächst nur) in Hochhäusern. Hier lohnt sich also ein weiterer Blick über den Tellerrand:

Während wir in Deutschland erst seit 1999 eine erste Norm (DIN EN 60849 VDE 0828-1:1999-05) über die Ausgestaltung einer Sprachalarmanlage haben – so sie denn überhaupt gefordert ist –, gibt es in den USA seit Langem in einer Vielzahl von Gebäuden die Forderung nach einer Sprachalarmierung, die allerdings „nur“ hörbar sein muss, ohne dass dies qualitativ näher definiert ist. Der Prozess, auch objektive Qualitätsansprüche in die Norm aufzunehmen, ist aber zurzeit in vollem Gange. In den USA hat man also schon früh die positiven Aspekte einer Sprachdurchsage erkannt und Sprachalarmanlagen auch gefordert.

Hilfe zur Auswahl der Alarmierungsart

Das BHE-Papier „Leitfaden für die Erstellung von Brandschutzkonzepten – Wie evakuiere ich richtig?“ [17] bietet konkrete und umfangreiche Hilfestellung an. Zur Abschätzung der Reaktionszeiten finden sich in Bsi PD 7974-6:2019 [18] oder im BHE-Papier entsprechende Tabellen. An der Stelle muss leider angemerkt werden, dass immer noch veraltete Studien wie BS DD 240 kursieren [19] oder in anderen Publikationen deutlich zu kurze Reaktionszeiten angegeben werden [20].

Gebäudenutzung	Gutes Brandschutzmanagement (in der Regel nur mit Sprachalarm möglich)	Schlechtes Brandschutzmanagment (u. a. Sirene, wenige oder keine Helfer, unzureichende Übungen)
Büro, Gewerbe etc. Anwesende sind wach und kennen sich aus	1,5 (0,5)	> 30 (> 15)
Einkaufszentren, Flughafen, Restaurants/Bars etc. Anwesende sind wach, kennen sich nicht aus	2,5 (0,5) *mit SAA	> 30 (> 15)
Hotels, Jugendherberge etc. Anwesende schlafen und kennen sich nicht aus	30 (15) *mit SAA	> 40 (> 20)
Die Reaktionszeiten in BS 7974-6:2019 werden für eine Vielzahl von detallierten Szenarien angegeben. Eine Lektüre im Original wird ausdrücklich empfohlen. Angegeben werden die Zeiten in Minuten, in denen 99 % der Anwesenden reagieren. In Klammern wird angegeben, wann sich die ersten 1 % in Bewegung setzen.		

Auszug aus BS 7974-6:2019, Tabelle E.2

Die Reaktionszeit ist bei der gesamten Evakuierungszeit i. d. R. die größte bzw. wichtigste Variable. Alle anderen Variablen sind technisch oder baulich bedingt und bewegen sich in engen Toleranzen. Sie sind zudem simpel zu berechnen.

Ein möglicher Schwachpunkt des Brandschutzkonzeptes kann sein, dass der Mensch bei der Gestaltung der Alarmierung nicht ausreichend einbezogen wird. Bei einem vermuteten Fehlverhalten wirkt das fälschlicherweise dann so, als ob der Mensch der Schwachpunkt wäre.

Wird z .B. nur mit Sirenen alarmiert, muss über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes sichergestellt werden, dass die darin befindlichen Menschen im Ernstfall das Sirenensignal richtig und verzögerungsfrei deuten. Schwierig wird das, wenn sich z. B. eine hohe Zahl von ortsunkundigen Besuchern/Besucherinnen im Gebäude aufhalten und/oder nur wenige geschulte Brandschutzhelfer/-innen vorhanden sind.

Wird nicht hinreichend geübt, sind die getroffenen Annahmen einer Reaktionszeit nicht mehr zutreffend und die Gesundheit von Menschen ist konkret gefährdet.

Anders gesagt: Das Brandschutzkonzept steht und fällt auch mit der richtigen Abschätzung der Reaktionszeiten und damit, ob zugrundeliegende Annahmen, z. B. regelmäßige Übungen, auch zutreffen. Für diese Übungen sind die Betreiber der Gebäude verantwortlich und zwar über die gesamte Nutzungszeit des Gebäudes. Die Durchführung von Übungen ist nicht trivial [21] und damit u. U. auch ein erheblicher Kostenfaktor. Bei der Abwägung der Alarmierungsart sollten neben den reinen „Hardware“-Kosten also auch die langfristigen Kosten für Räumungsübungen mitbetrachtet werden.

Analog zum bisher betrachteten Fall der Evakuierung im Brandfall gilt dies natürlich auch für alle anderen Gefahrenfälle. Ein Gefahrenfall, der kaum mit einer Sirenenalarmierung zu bewältigen ist, ist der eines Angriffs auf Personen („Amok“-Alarm). In der entsprechenden Vor-Norm DIN VDE V 0827 [22] und der Richtlinie VDI 4062-2 [23] wird eine Sirenenalarmierung schon nicht mehr erwähnt bzw. ausdrücklich die Sprachalarmierung empfohlen.

Im Wesentlichen gilt das Gesagte auch für die Entwarnung einer echten Alarmsituation, einer Übung oder einer Falschalarmierung. Diese ist mit einer Durchsage deutlich ein-

[17] BHE, 2019
[18] The British Standards Institution, 2019
[19] Köhler, PROTECTOR; Stegmaier, 2019
[20] Hosser, vfdb
[21] VDI, 2016
[22] VDE, 2016
[23] VDI, VDI 4062, 2019

facher umzusetzen. Eine Sirene bietet hier kaum Hilfe.

Ich persönlich hoffe, dass bald erkannt wird, dass nur eine Norm für eine Sprachalarmierung für alle Gefahrenfälle sinnvoller wäre als mittlerweile vier mehr oder weniger deckungsgleiche Normen für den im Grunde gleichen Anwendungsfall. Dazu noch mit unterschiedlichen Nachweisverfahren der Wirksamkeit. Es ist mir unverständlich, warum z. B. der Nachweis der Sprachverständlichkeit bei einer Anlage zur Brandalarmierung anders geführt werden soll als für eine Beschallungsanlage, die (nur) bei anderen Gefahrensituationen, zum Beispiel einem Bombenalarm, zum Einsatz kommen soll.

Bei allem soll dieser Artikel nicht implizieren, dass bei einer Verwendung von Sprachalarmanlagen keine Verletzten mehr durch Rauch zu beklagen wären. Aber es soll deutlich gemacht werden, dass der „Faktor Mensch“ bei der Alarmierung deutlich stärker als bisher in den Fokus zu rücken ist. Gerade auch, um die in Deutschland üblichen umfangreichen und sinnvollen Brandschutzmaßnahmen noch wirksamer werden zu lassen.

Literaturverzeichnis

BHE, www.bhe.de. (2019). Abgerufen am 05.04.2020 von https://www.bhe.de/de/Leitfaden-Brandschutzkonzepte

Bund. (29.03.2017). Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (GefStoffV). Bundesgesetzblatt. Abgerufen am 26.04.2020

Canter, D. (1990). Fires & Human Behavior. London: David Fulton Publishers Ltd.

Fitzpatrick, C. & Mileti, D. (1994). Public Risk Communication. (R. R. Dynes, Ed.) Disasters, Collective Behavior and Social Organization.

Gröner, A. (24.03.2020). Lungenärzte im Netz. Abgerufen am 24.03.2020 von https://www.lungenaerzte-im-netz.de/krankheiten/

Herdtle, D. S. (05.05.2020). www.uniklinikum-jena.de. (U. Jena, Ed.). Abgerufen von https://www.uniklinikum-jena.de/zna_media/SOPs/Rauchgasintox.pdf

Hosser, D. (Ed.). (2013, 11). Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. vfdb TB 04-01.

Köhler, M. (2020, 04). Leitlinien der Alarmierung. PROTECTOR 04/2020

Künzer, L. & Hofinger, G. (2018). Barrierefreie Alarmierung und Fluchtweggestaltung – für alle. FeuerTRUTZ Magazin.

Künzer, L. (2017). Unsicher und unerwartet. PROTECTOR & WIK Special Brandschutz.

Ministerialblatt, G. (2017, 08). ASR A2.3 – Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan. Technische Regeln für Arbeitsstätten. (W. K. GmbH, Ed.) Deutschland. Abgerufen am 26.04.2020 von https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A2-3.pdf

N. N. (1999). Schulaula brannte völlig aus – Aktuelle Nachrichten. Abgerufen am 05.05.2020 von https://www.abendblatt.de/archiv/1999/article204615377/Schulaula-brannte-voellig-aus.html

Richtlinien über den Feuerschutz in landeseigenen und in sonstigen vom Land genutzten Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen RdErl. d. Finanzministeriums – VV 4430 – 2.1. – III A 5 – v. 25.05.2009. Düsseldorf, NRW, Deutschland. Abgerufen am 26.04.2020 von https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_text_anzeigen?v_id=220090930132848482

Stegmaier, F. (2019, Juni). ZVEI-Merkblatt 33004:2019-06. Elektroakustische Alarmierungseinrichtungen Erläuterungen und Ergänzungen zu Normen, rechtlichen Grundlagen und technischen Regeln. ZVEI e.V Frankfurt. Abgerufen am 31.03.2020

The British Standards Institution. (2019). Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Human factors. Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition (Subsystem 6). PD 7974-6:2019.

Thönißen, W. (2020, 02). Brandschutz im Affenhaus: Der Versuch einer Versachlichung. Abgerufen am 19.04.2020 von : https://www.feuertrutz.de/brandschutz-im-affenhaus-der-versuch-einer-versachlichung/150/74416/

VDE. (2016, 07). DIN VDE V 0827 für Notfall- und Gefahren-Reaktions-Systeme.

VDI. (2016, 04). VDI 4062 „Evakuierung von Personen im Gefahrenfall“

VDI. (2019, 03). VDI 4062 Blatt 2 „Gefahrenabwehr bei lebensbedrohlichen Gewalttaten“.

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen. (29.03.2017). Deutschland. Abgerufen am 26.04.2020 von https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Arbeiten-mit-Gefahrstoffen/pdf/Gefahrstoffverordnung.pdf

Zand-Vakili, A. (23.06.1999). Die Welt. Abgerufen am 24.03.2020 von https://www.welt.de/print-welt/article574716/Mitten-im-Unterricht-Schwerer-Brand-in-Schule.html

Zilker, Rauchgasintoxikation: Diagnose und Therapie; Rettungsdienst 4. (2004).