

AUSWIRKUNG VON FEUERWEHRTECHNISCHEN EINGRIFFEN AUF DIE NATUR

INFLUENCE OF FIRE-FIGHTING ACTIVITIES ON NATURE

HEGEDŰS Hajnalka

(ORCID: 0000-0002-5207-0356)

hegedus.hajnalka@uni-nke.hu

Abstrakt

In erster Linie hat die Brandschutzsttigkeit das Ziel, das Leben und die materielleren Güter zu schtzen. Der Schutz der Umwelt steht damit eng verbunden. Aber gerade während den Maßnahmen, die zum Schutz des menschlichen Lebens veranlasst werden, kann es dazu kommen, dass die Umwelt geschädigt wird. Dieser Artikel enthält die Auflistung der rechtlichen Regelungen den deutschsprachigen Ländern, wodurch auch dargestellt wird, welche Handlungen gemacht worden sind, damit die Feuerlschsttigkeit nicht zu einer Naturkatastrophe – und auch nicht zur Kontaminierung von Gewässer – führt.

"Das Werk wurde im Rahmen des Priorittsprogramms mit Identitätsnummer KÖFOP 2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 mit dem Titel „Entwicklung des Öffentlichen Dienstes gerichtet auf gute Regierungsführung“ im Doktorats Programm Győző Concha im Auftrag von Nationale Universität für Öffentlichen Dienst fertiggestellt."

Schlüsselwörter: Brandschutz, Löschmittel, Umweltschutz, Gewässer

Abstract

The primary purpose of fire protection is to protect life and property; which environmental protection is closely linked to. However, in certain interventions, while attending to the primary goals, professionals in our activity still harm environmental values. Through the regulatory background, the paper presents the steps that have been taken by German-speaking countries to prevent fire-fighting activities from causing environmental problems, also on water-recourses.

„The work was created in commission of the National University of Public Service under the priority project KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 titled „Public Service Development Establishing Good Governance” in Győző Concha Doctoral Program

Keywords: fire protection, fire-fighting, environmental problems, water-recourses

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.10.03.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2018.01.23.

EINLEITUNG

Das Löschen eines Feuers erzielt vor allem das Retten von Leben, Gütern und der Umwelt. Aber gerade beim Feuerlöschen kann es zu enormen Schäden an der Umwelt kommen. Der Artikel befasst sich mit der Auflistung der verschiedenen Löschmitteln und deren eventuellen Wirkung auf die Natur, sowie mit verschiedenen Löschmittelrückhalteeinrichtungen. Außerdem werden die rechtlichen Hintergründe der deutschsprachigen Länder dargestellt um zu zeigen, wie Brandbekämpfung in so hoch entwickelten Ländern gelöst wird, wo auch die nötigen finanziellen Mitteln zur Verfügung stehen, um die Prinzipien des Naturschutzes während der Brandschutz Tätigkeit vor Auge zu halten.

BRANDBEKÄMPFUNG

Wie schon erwähnt, das Ziel des Feuerlöschens ist die Rettung, aber nachdem das Löschwasser durch den Kontakt mit gelagerten Gütern, Brandschutt und sonstigen Verbrennungsprodukten mit verschiedenen Schadstoffen belastet wird, kann das die Umwelt beschädigen. Dies kann gravierende Folgen haben:

- die Flora und Fauna der Umwelt werden vergiftet;
- die Schadstoffe lagern sich in den Sedimenten ab und führen dadurch zu einer langfristigen Belastung von Gewässern;
- das Löschwasser gelangt in die Trinkwasserbasen und verunreinigt sie, usw.

Nachdem solche Umweltschäden nur mit enormem Aufwand beseitigt werden können, (wenn überhaupt), sind die Betriebe gesetzlich verpflichtet, schon bei der Ausgestaltung des Betriebsgeländes daran zu denken, in einem eventuellen Brandfall belastetes Löschwasser zurückzuhalten. Diese Maßnahmen haben mehrere Ziele. Nicht nur Gewässer und Abwasserreinigungsanlagen werden dadurch geschützt, sondern auch die nach einem Brand entstehenden, durch das Löschen verursachten Kosten werden gesenkt (die ansonsten durch den Verursacher getragen werden müssen).

Um die Umweltverschmutzung durch Löschwasser vorbeugen zu können, kann man verschiedene Maßnahmen treffen. Dazu gehören die Rückhaltung vom Löschwasser sowie Anwendung von umweltschonenden Löschmittel, oder von Mitteln, die in einem Brandfall vorbeugen können, dass überhaupt Löschreste das Brandgelände verlassen.

Maßnahmen zur Rückhaltung vom Löschwasser sind in jenem Betrieb sinnvoll, wo solche Flüssigkeiten oder Feststoffe verwendet oder gelagert werden, die, dass Wasser gefährden können (direkte Wirkung oder im Falle eines Brandes durch das Löschwasser). Diese Löschwasser-Rückhaltemaßnahmen können bei neuen Einrichtungen ohne weiteres und ohne oder mit wenig Mehrkosten realisiert werden, aber bei länger bestehenden Bauten kann man diese Maßnahmen zur Rückhaltung des verschmutzten Löschwassers auch mit einfachen Mitteln realisieren.

Über die Wahl von Löschmitteln lohnt es sich in solchen Fällen zu reden, wo es einerseits zeitlich überhaupt möglich ist, noch vor dem Löschverfahren Mittel auszuwählen, andererseits wo man genügend Informationen über gelagerte, bearbeitete, verwendete, eventuell gefährliche Materien zur Verfügung hat. Ansonsten steht natürlich aufgrund des Hauptzieles des Löschens der Schutz von menschlichen Leben und Güter im Vordergrund.

DER GROßBRAND SCHWEIZERHALLE

Zwar ist die Schweiz von den üblichen Teilen Europas etwas „unabhängiger“, durch den Schweizerhallenbrand wurde gezeigt, wie eng man auf der Ebene der industriellen Sicherheit und der Regelung der gefährlichen Stoffe zusammenarbeiten muss.

In der Nacht vom 1. November 1986 brach in Basel auf beim Chemie-Konzern „Sandoz“ ein Großbrand aus, woraus die größte Industrie-Katastrophe der Schweiz entstand. 1350 Tonnen hochgiftige Chemikalien - vornehmlich Agrarchemikalien, Hilfsstoffe, Zwischenprodukte sowie Quecksilberverbindungen – sind in Flammen aufgegangen. Passanten alarmieren die Polizei kurz nach Mitternacht, und den Feuerwehrcrften gelang es bis 06.00 Uhr am Morgen einen der grÖßten Brände der Schweiz mithilfe von 160 Feuerwehrcrften aus allen umliegenden Gemeinden zu bekämpfen. Die in der Nacht verhängte Ausgangssperre wurde aufgehoben, und ein ganz normaler Betrieb an öffentlichen Verkehr wurde angeleitet. Kurz nach 08.00 Uhr erfolgte eine Pressekonferenz der Sandoz-Vertreter, wo es erklärt wurde, das man alles unter Kontrolle habe, bzw. die Ankündigung, dass weder Menschen, noch Tiere zu Schaden gekommen seien. [1]

Die durch den Brand entstandene Giftwolke hat für die Bevölkerung von Basel eigentlich keine Gefahr bedeutet, schon am nächsten Morgen gab es die Entwarnung der Einwohner, nachdem sich die Giftwolke aufgrund günstiger Windbewegungen Richtung Autobahn verzogen hatte.

Die Tierwelt des naheliegenden Rheins hatte doch weniger Glück gehabt. Gerade das zum Löschen verwendete Wasser, das mit hochgiftiger Chemie verseucht war, gelangte in den Rhein und löste dadurch ein enormes Fischsterben aus (siehe Abb.1.). Die Verseuchung erreichte sogar den ganzen deutschen Rheinraum.



1. Abbildung Das Fischsterben nach der Schweizerhalle-Katastrophe, Quelle: Schweizer Radio und Fernsehen [2]

Folgen

Die Untersuchungen zeigten aber ein anderes, viel trüberes Bild. Während der Bekämpfung des Brandes versickerten große Mengen an belastetem Löschwasser in die Umwelt und führten zu einer unmittelbaren Boden- und Grundwasserverschmutzung des Standorts, sowie des Rheingebiets um Basel. Zu den 1350 Tonnen verbrannten Chemikalien müssen noch weitere enorme Mengen dazugerechnet werden. 2700 Tonnen von halbverbranntem Material wurden entsorgt, nach Berechnungen sind ca. 9 Tonnen Pestizide und 130 kg organische Quecksilberverbindungen am Brandort versickert. Während und nach der Brandbekämpfung gelangten ca. 15 Millionen Liter Löschwasser in den Boden um das Sandoz-Werk herum, sowie ungehindert in den Rhein. Dieses wurde mit etwa 30-40 Tonnen toxischen Stoffen wie den Pestiziden Thiometon, Disulphoton, usw. vermengt. Das Wasser des Rheins verfärbte sich rot, dies schien sehr schlimm, war es aber nicht, die Verfärbung stellte sich als eine ungiftige Markierungsfarbe aus. [3] Im Laufe des kommenden Monats starben im Rhein Äschen- und Aale aus, und zwar: die gesamte Population. Außer diesen waren auch andere Sorten, wie Zander und Hechte stark betroffen. Die hier lebenden Vögel wurden auch nicht geschont, Enten- und Schwalbenarten starben in den Gewässern.

Das Grundwasser scheint nach heutigem Wissen verschont worden zu sein, aber die Wasserwerke wurden entlang des Rheines vorsichtshalber für fast drei Wochen stillgelegt. Durch diese Maßnahmen wurden etwa 20 Millionen Menschen von der Katastrophe betroffen und zur Bewältigung dieser Katastrophe wurden schätzungsweise auf dem damaligen Wert insgesamt 141 Millionen Franken aufgewendet, wovon fast die Hälfte – 60 Millionen Franken – zur Boden- und Wassersanierung ausgegeben wurden. Diese anschließende Sanierung fand in enger Absprache mit den zuständigen Behörden statt. Die in 2016 gemessenen Oxadixyl¹-Konzentrationen erreichen 0,2 % des gesetzlich definierten Sanierungswerts [4]. Von der Brandfläche wurden Brandreste entfernt, darunter mit 8700 Kilogramm teils hochgiftige Pestiziden, sowie 134 Kilogramm Quecksilber [1] belastetes Erdreich. Die Erde musste bis zu einer Tiefe von 11 m ausgehoben, gesäubert und der Platz musste danach mit einer Betonplatte abgedeckt werden. Die letzten Kontrolluntersuchungen von 2016 haben immer noch Spuren von Oxadixyl nachgewiesen. Die Behörden gingen damals davon aus, dass es infolge weitere Schadstoffe gemessen werden und unter Umständen zusätzliche Maßnahmen zur Bodensanierung nötig sind. [badische] Durch den dynamischen Wasserwechsel im Rhein konnte sich der Fluss nach wenigen Monaten erholen. Einen Nachteil trägt die Lage doch mit sich: die Einwanderung exotischer Arten ist unvorteilhaft auf die ökologische Gleichgewicht der Umgebung. [2]

Eine andere Konsequenz des Unfalls war, dass sowohl die Firma Sandoz, als auch die Behörden die Notwendigkeit erkannten, die Informationsgrundlage für Risiken zu verbessern. Danach entwickelte man eines der ersten Nachhaltigkeitsmanagementsysteme. Das ist heute als doCOUNT 2.0 Sustainability Performance Management Suite bekannt [5]. Die zuständigen Ministerien der Staaten, die am Rhein liegen, das heißt die Rheinanliegerstaaten erließen das Aktionsprogramm Rhein in Zusammenarbeit mit der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR)². Dieses Aktionsprogramm ist eine Einrichtung zum Warnen von Anliegern, die sich am Rhein befinden – also ein sogenannter *Rheinalarm*. [6] Vor allem wurden aber die Folgen des Brandes auf politischem Wege sichtbar. Man erkannte auf höherer Ebene, welche Gefahren so ein Brand bedeuten kann, und das politische Bewusstsein wurde dadurch auf die Risiken der Chemieindustrie aufmerksamer.

STÖRFALLVERORDNUNGEN

In den deutschsprachigen Ländern nennt man die Regelung, die den Schutz der Menschen, Umwelt vor den Folgen der unerwartet auftretenden Un- und Störfällen bei technischen Anlagen (siehe 1.Tabelle), die mit gefährlichen Stoffen arbeiten, *Störfallverordnung*. Diese Störfallverordnungen setzten die Regelungen und Anforderungen der Seveso-II Richtlinie in die jeweilige nationale Rechtslage um. Unter anderen sind Betriebe und Mitarbeiter der Betriebe, wo gefährliche Stoffe behandelt und gelagert werden, aufgefordert, die eventuellen negative Auswirkungen auf das menschliche Leben sowie Umwelt zu minimieren.

¹ Pflanzenschutzmittel

² IKSR - Die Internationale Kommission zum Schutze des Rheins mit Sitz in Koblenz. Es ist eine Organisation auf der Basis eines Übereinkommens zwischen der europäischen Union und den Rheinanliegerstaaten Schweiz, Lichtenstein, Deutschland, Österreich, Niederlande und Luxemburg mit den Zielen (u.a.): nachhaltige Entwicklung des Rheinökosystems, Nutzung des Rheinwassers zum Trinkwasser, Hochwasserschutz, Entlastung der Nordsee, etc. [6]

Land	Benennung	Normenquelle	In Kraft ³
Deutschland	Störfall-Verordnung [7]	BGBI 1598/2005	01.Juli 2005
Schweiz	Störfallverordnung [8]	StFV 814.012	01.Juni 2015
Österreich	Industrieunfallverordnung [9]	IUV 354/2002	01.Okt. 2002

1. Tabelle Störfallverordnung in den einzelnen Ländern (eigene Zusammenfassung)

Während aber die jeweiligen Störfallverordnungen in Deutschland und Österreich nur für Betriebe (gesamte Anlagen oder Bereiche) gelten, sind in der Schweiz auch die Verkehrswege und Rohrleitungsanlagen inbegriffen. (Eine Weile gehörten in der Schweiz sogar die gentechnisch modifizierten oder pathogenen Mikroorganismen auch unter die Regelung dieser Verordnung.)

WASSERGEFÄHRDUNGSKLASSEN IN DEN EINZELNEN LÄNDERN

Der Begriff der Wassergefährdungsklasse wird in Deutschland in der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe – VwVwS – beschrieben. [10] Die Regelung beschreibt detailliert die Gefährdung der einzelnen Stoffe und stuft diese dann in 3 Klassen ein. Die Unterteilung der potentiell wassergefährdenden Stoffe ist wie folgt:

- WGK 1 = schwach wassergefährdend,
- WGK 2 = wassergefährdend,
- WGK 3 = stark wassergefährdend.

Die Stoffe sind aus der Datenbank des Umweltbundesamtes abrufbar und bundeseinheitlich⁴ rechtsverbindlich.

Die Vorgängernorm hat auch eine Nullklasse beinhaltet, wo die allgemein nicht wassergefährdenden Stoffe aufgelistet waren, diese Klasse ist aber mit dem neuen VwVwS entfallen, die darin aufgelisteten Stoffen wurden entweder als ungefährlich eingestuft, oder von der WGK 1 übernommen. Es ist wichtig zu erwähnen, dass die Einteilung der Stoffe in den Klassen sich an die Anforderungen hinsichtlich der Lagerung und des Umgangs anknüpft, bezieht sich aber nicht auf den Güterverkehr⁵.

Die Klassifizierung der einzelnen Stoffe hat auch einen weiteren Vorteil. Nämlich das bei der Wahl der Löschmittel. Es gibt verschiedene Löschmittel, deren Anwendung bei einem Brand auch von der jeweiligen Wassergefährdungsklasse abhängt. Es dürfen zum Beispiel gelbildende Materialien nur bei WGK 1 verwendet werden, aber nicht darüber hinaus. In der Schweiz hat man zwei Klassen für wassergefährdende Flüssigkeiten bestimmt[11]:

- Klasse A = Stoffe, die in kleinen Mengen Wasser verunreinigen können
- Klasse B = Stoffe, die in großen Mengen Wasser verunreinigen können

Diese werden im Gesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG, SR 814.20) beziehungsweise über die Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) geregelt. Das

³ die letzte gültige Fassung

⁴bundeseinheitlich rechtsverbindlich – der Begriff bezieht sich auf die Aussage des Artikels 31 des Deutschen Grundgesetzes, das heißt: Bundesrecht bricht Landesrecht. In dem Fall heißt es, dass die einzelnen Bundesländer auch in diesen Bereichen eigene Regelungen treffen können, das Bundesgesetz hat Vorrang in der Normenhierarchie (oder darf die Landesregelung nur strenger, als die Bundesregelung ausfallen).

⁵ Wie bei anderen Ländern, bezieht es sich auf Güterverkehr das ADR-Abkommen mit den Vorschriften für den Straßenverkehr hinsichtlich Verpackung, Ladungssicherung und Kennzeichnung von Gefahrgut.

Schweizer Störfallgesetz hat den Ursprung im Schweizerhallenbrand von 1986 (siehe Geschichte Schweizerhalle).

VORBEUGENDE MAßNAHMEN

Es mag zwar komisch wie rudimentär klingen, aber ohne Brand gibt es kein Löschwasser. Mit den vorbeugenden Maßnahmen auf dem Gebiet von Brandschutz sorgt man schon im Vorfeld dafür, dass ein Brand überhaupt nicht entsteht, oder im Brandfall solche Folgen, wie Ausbreitung und Ausmaß reduziert bleiben, sowie das Feuer schnell gedämmt und/oder gelöscht werden kann.

Hierfür werden zum Beispiel Brandschutzkonzepte erstellt (und regelmäßig kontrolliert, sowie kontinuierlich aktualisiert). Bei gefährlichen Betrieben werden die brandgefährlichen Stoffe oder Prozesse vermieden, oder wenn dies unmöglich ist, dann mindestens mengenmäßig reduziert (an Gefährdungspotenzial, Aktivierungsgefahr und an den Brandschutzvorschriften orientierend). In Bezug auf Löschwasseranfall sind Brandabschnittbildung samt Melde- und Löschanlagen auch von Vorteil, nachdem eine Sprinkleranlage zum Beispiel das erforderliche Löschwasserrückhaltevolumen erheblich reduzieren kann. Und natürlich, wo die Möglichkeit besteht, trotz Anwendung und Lagerung von brandgefährlichen Stoffen durch sichere Prozessführung die eventuellen Gefahren – zum Beispiel mit Inertisierung oder mit Vermeidung von Zündquellen - das Brandrisiko reduzieren.

Eine gute Methode zur naturschonenden Brandbekämpfung ist die Rückhaltung vom Löschwasser mit Hilfe von sogenannten Löschwasserrückhalteeinrichtungen. In einem Brandfall können angelegte Vertiefungen, Auffangwannen oder Schutzwände das mit Schadstoff kontaminierte Löschwasser gefahrlos auffangen. Dieses Verfahren wird durch die sogenannte Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie, die *Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen beim Lagern wassergefährdender Stoffe* – LÖRüRi geregelt. Nachdem es zu einer Reihe von bedeutenden Umweltkatastrophen in der Nähe von Gewässern kam, wobei durch die Löscharbeiten kontaminiertes Löschwasser und Löschmittel in diese gelangten, wurde diese Regelung erlassen. Im 1992 sind die ersten Muster-Vorschriften erlassen worden, seit 1993 ist sie aber fester Bestandteil der Bauordnungen, als Teil der technischen Bestimmungen. Die Richtlinie gilt für jegliche Betriebe, wo mindesten 100 Tonnen von wassergefährdenden Stoffen ab Wassergefährdungsklasse 1 vorhanden sind. Von der WGK 1 werden die gefährlichen Stoffe höherer Klassen umgerechnet [12]:

- 1 t WGK 3-Stoff (stark wassergefährdend) = 100 t WGK 1
- 1 t WGK 2-Stoff (wassergefährdend) = 10 t WGK 1

Die Schweiz hat neben der Einführung der Regelung über die Wassergefährdungsklassen ein für allemal die Sickergruben einfach abgeschafft. Sickergruben dienen neben Regenwasserversickerung zur autonomen Entwässerung vom Ab- und Schwarzwasser. In Deutschland und in vielen anderen Ländern Europas verwendet man diese Gruben immer noch, aber aus Umweltschutzgründen nur noch zur Regenwasserversickerung. In der Schweiz ist es nicht mehr der Fall. Entweder werden die Leitungen der öffentlichen Kanalisation genutzt, oder als eine Alternativlösung hat man noch die Abwassersammelgruben. Diese Gruben besitzen wasserdichte und undurchlässige Wände sowie Böden, so dass das Abwasser nicht versickern kann (Klärgruben sind in der Europäischen Union seit 2015 auch nicht mehr zulässig).

LÖSCHMITTELTYPEN UND DEREN WIRKUNG AUF DIE UMWELT

Löschmittel haben die Aufgabe, im Falle eines Brandes das Feuer und die damit brennenden Stoffe unter Berücksichtigung der Brandklasse⁶ und der Bedingungen und der Lage zu löschen. Es wird von den Feuerwehrleuten gelöscht oder von den Feuerlöschanlagen, es können aber auch mobile, tragbare Feuerlöscher zur Selbsthilfe verwendet werden. Obwohl die Löschmittel zur Beseitigung eines Problems angewendet werden, kann die falsche Auswahl des Mittels schwerwiegende Folgen haben. Jedes Mittel besitzt Haupt- sowie Nebenlöschwirkung. Einige Stoffe reagieren mit Wasser, bei anderen Stoffen chemischer Herkunft können verschiedene Reaktionen auftreten, die Explosionsgefahr bedeuten, oder zur Bildung von Säuren und/oder Laugen führen können.

Wasser

Das allesamt bekannteste Feuerlöschmittel ist das Wasser. [13] Es hat gegenüber der anderen Löschmitteln jede Menge Vorteile: vor allem ist es – meistens – ausreichend vorhanden, einfach zu erreichen und zu fördern, nicht nur weit, aber auch in große Höhen, preiswert und günstig, nicht giftig, geruchs-, sowie geschmackslos, chemisch gesehen pH-neutral. Wasser hat eine große Wärmekapazität und eine hohe Verdampfungswärme. Durch den Bau der zentralen Wasserversorgungsleitungen, und die parallel dazu ausgebauten Hydranten muss man es sogar nicht mehr transportieren.

Doch darf Wasser nicht immer und überall eingesetzt werden. Bei brennenden Metallen können sich die Wassermoleküle durch die enorme Hitze chemisch aufspalten, und der Sauerstoff würde das Feuer anfachen, was sogar zur Explosion führen könnte, da es zur Entstehung von Knallgas – H_2 – führt. Wasser ist auch im Falle von engen Räumen – z.B. Schornstein – keine passende Lösung, da das Wasser unter Druck schlagartig verdampft und durch den enormen Druck den Raum zerstört (aus 1 Liter Wasser werden bis zu 1.700 Liter Wasserdampf). [14] Beim Löschen erschwert Wasserdampf auch die Tätigkeit der Feuerwehrleute, da es die Sichtmöglichkeiten verhindert und dazu noch Verbrühungsgefahr auch besteht. Genau dies betrifft auch Brände von Ölen oder Fetten. Oberhalb von 100 °C verdampft das Wasser sofort beim Kontakt mit diesen, problematisch ist jedoch, dass der Dampftropfen das brennende Öl mitreißen und verspritzen können. Darin verbirgt sich nicht nur Brenn-, sondern auch Explosionsgefahr, da der entstandene Ölnebel im Kontakt mit dem Luftsauerstoff explosionsartig verbrennen kann – das nennt man Fettexplosion. Eine weitere Form von Explosion ist die sogenannte Staubexplosion, weil Wasser beim Löschen staubförmige Stoffe aufwirbeln kann.

Zu den Nachteilen des Wassers gehört auch, dass es gefroren – durch die Ausdehnung – die Ausrüstung beschädigen kann. Wasser reagiert mit einigen chemischen Substanzen, wie zum Beispiel mit Carbiden heftig, wodurch Acetylen entstehen kann. Die Leitfähigkeit des Wassers darf auch nicht außer Acht gelassen werden, vor allem in der Nähe von Hochspannungsleitungen.

Netzwasser (Wasser mit Netzmittel)

Ein Netzmittel [13] ist irgendein Zusatzstoff, der dazu dient, die Oberflächenspannung des Wassers zu senken. Normalerweise sind diese verschiedene Schaummittel. Diese Netzmittel

⁶ Als Brandklasse werden Brände nach ihrem brennenden Stoff klassifiziert. Diese Klassifikation hilft bei der richtigen Auswahl der entsprechenden Löschmittel für die Feuerwehr. Nach der Europäischen Norm 2, die die nationalen Normen erlöste, gibt es 5 Brandklassen von A, B, C, D, F (Brandklasse E wurde abgeschafft.).

setzen die Oberflächenspannung ab, wodurch das Wasser (entstandene Löschmittel) leichter, oder überhaupt in das brennende Gut eindringen kann. Dadurch können tiefer liegende Glutbrände auch gelöscht werden (wie bei Waldbränden, wo der Bodenoberfläche glüht, oder im Laub sich Bunker bilden können, die dann später erneut in Flammen aufgehen). Mithilfe der Einsetzung von Netzmitteln – da das Löschwasser gezielt eindringen kann – wird auch das Abfließen vom Löschwasser vermieden.

Gelbildner

Um eine höhere Viskosität des Löschwassers zu erreichen, kann man gelbildende Zusatzstoffe verwenden. [13] Diese hochabsorbierenden Stoffe werden sowohl in Pulverform, als auch als Emulsion zugegeben. Das entstandene Gel hat den Vorteil, dass es an Oberflächen haften bleibt, eine luftdichte Schicht bildet, die sogar stabiler ist als z.B. Schaum. Nachdem aus dem Gel eindeutig weniger Wasser abgegeben wird, ist diese Lösung sogar deutlich wassersparender. [15] Vor allem ist diese Lösung wünschenswert, wenn das Wasser nicht in ausreichender Menge zur Verfügung steht, obwohl bei der Verwendung des Gels der Gefahr von Wasserschäden verursacht werden können. In Außenbereichen, wo man enorme Transportkosten – Helikoptereinsatz – sparen kann, oder an Orten, deren Erreichbarkeit hohe Zusatzkosten verursacht, kann es angesichts von der Wassergefährdungsklasse 1⁷ die Einsetzung von Gelbildner doch vertretbar sein.

Retardants

Retardants [13] sind Brand Hemmer, d.h. feuerhemmende Zusatzstoffe, die man vor allem zur Brandbekämpfung bei Vegetationsbränden mit Flugzeugen zum Löschwasser gemischt einsetzt. Diese Stoffe helfen unter anderem bei der Minderung von Verdunstung, bei der Erhöhung des Siedepunktes. Diese feuerhemmenden Stoffe sind meistens auf Salzbasis aus der Kunstdüngerindustrie, und wirken dadurch, dass sie an der Oberfläche der Gewächse bei Hitzeeinwirkung die Brennbarkeit absetzen, da sie selber nicht oder kaum brennbar, stark hygroskopisch sind. Zu all diesen haben die Retardants durch ihre orangefarbene Farbe auch eine Markierungsfunktion, die bei dem Feuerlöschen sehr nützlich ist.

Salze

Die verschiedenen Salze kann man sowohl in industrieller Menge, als auch in den Handlöschern verwenden. Sie erhöhen die Löschkraft des Wassers, weil der Siedepunkt des Wassers erhöht wird. [16]

Löschschaum

Schaum zum Löschen entsteht dadurch, dass man Schaummittel [13] zum Wasser zusetzt, sowie Luft zufügt, wodurch Schaum erzeugt wird. Eine weitere Variante ist der Druckluftschaum. Dieser unterscheidet sich vom herkömmlichen Löschschaum in der Art der Luftzuführung, nämlich geschieht dies im Feuerwehrfahrzeug oder an sonstigen Anlagen. Gegenüber dem „einfachen“ Löschschaum, wo die Luft erst am Strahlrohr zugeführt wird, erfolgt die Verschäumung schon in einer Mischkammer und erst dann wird der fertige Druckluftschaum zum Strahlrohr gefördert (siehe Abbildung 2).

⁷Die Wassergefährdungsklasse (abgekürzt WGK) ist ein deutscher Begriff aus dem Wasserrecht. Die Klassifizierung bezieht sich auf das Potenzial eines Stoffes Wasserbasen zu verunreinigen. [11]



2. Abbildung Löschen mit Schaum Quelle: Feuerwehr Wesel, NRW [17]

Der Wirkungsmechanismus des Schaumes beruht auf dem Stickeffekt, wobei eine undurchlässige Schicht über das Feuer gebildet wird. Der Schaum wirkt zusätzlich zum erstickenden Effekt auch noch abkühlend. Eine gute Löschwirkung kann bei brennenden Flüssigkeiten erzielt werden, wobei der Schaum nicht in die brennende Flüssigkeit eindringt. Schaum ist leicht beweglich, und kann um Hindernisse fließen. Im Weiteren, ist der Schaum in der Lage auch unzugängliche Räume/Bereiche zu fluten. Zu den Nachteilen gehört, dass der Schaum auch elektrisch leitend ist, so ist er bei Bränden elektrischer Anlagen nicht verwendbar. In großen Mengen ist Schaum aber wassergefährlich, deshalb kann man ihn in Wasserschutzgebieten nicht einsetzen.

Die folgende Tabelle stellt die verschiedenen Schaumtypen dar:

Schaumtyp	Ver-schäumung	Einsatzmöglichkeit	Sonstige Merkmale
Schwerschaum	4fach - 20fach	feste, glutbildende Stoffe, wie Holz, Stroh und flüssige Stoffe, wie Benzin, Öle	hat eine große Wurfweite
Mittelschaum	21fach - 200fach	bei großflächigen Flüssigkeitsbränden, eignet sich sogar zum Füllen und Überfluten von Räumen	ermöglicht den Aufbau von dicker Schaumschicht als Sperrschicht
Leichtschaum	201fach - 1000fach	vorwiegend zum Füllen und Überfluten von Räumen (Bei Brandklasse A und B)	Brände in schwer zugänglichen Bereichen

2. Tabelle Zusammenfassung von Schaumtypen und deren Eigenschaften, [18, pp.55-57]

Ein spezielles synthetisches Schaummittel ist der sogenannte *AFFF* oder *A3F* („Aqueous Film Forming Foam - etwa „wasserfilmbildendes Schaummittel“). [19] Dieses Mittel wird dem Wasser zur Schaumerzeugung zugefügt und vor allem bei Flüssigkeitsbränden verwendet. *AFFF* unterscheidet sich von den „herkömmlichen“ Schaummitteln, dass er einen dünnen Film zwischen den Schaum und dem brennenden Stoff bilden kann, dank seiner enthaltenen Perfluortenside⁸. Die Perfluortenside sind an deren einem Ende hydrophil, am anderen hydrophob, so können sie an einer Seite an Wassermolekülen „andocken“ während sich die freie Ende mit den wässrigen Substanzen nicht mischt. Das hydrophobe Ende hat auch eine

⁸Perfluortenside sind solche, künstlich hergestellte organische oberflächenaktive Verbindungen, bei denen die Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst durch Fluoratome ersetzt werden.

lipophobe Eigenschaft, so kann es auch an der Oberfläche von brennenden Ölprodukten eine Filmschicht bilden. Jedoch eignet er nur zur Bekämpfung von Bränden unpolarer Flüssigkeiten (Erdöl(produkte), Kraftstoff). Bei polaren Flüssigkeiten, wie Alkohol oder Ketone kommen polymer-filmbildende Zusatzstoffe dazu. Dabei erreicht das Schaummittel schon eine gelartige Konsistenz. Die Filmschicht ermöglicht auch, dass der Schaum sich leichter an der Oberfläche ausbreitet, außerdem ist se zusätzlich noch dampfdicht.

Mit den meisten AFFF-Schaumbildnern lassen sich Schwer-, sowie Mittelschäume erzeugen. Perfluortenside sind persistente Mischungen, in der Natur nicht abbaubar, reichern sich in der Umwelt, sowie im menschlichen und tierischen Blut und Geweben an und sind daher auch krebserregend. Nachweisbar ist aber auch, dass großer Teil der bisherigen Fluortensidbelastung aus solchen Bereichen der Industrieprodukte stammt, wie Antihaftbeschichtungen oder Impregniermittel-Industrie. [20]

Bei einem Brandfall kann eine Tonne AFFF-Schaummittel bis zu 10 kg fluoridierte Rückstände enthalten. Nehmen wir einen schwereren Brand in einem Industriegebiet, sind da gewaltige Mengen – 10 bis 20 Tonnen – Schaummittel benötigt und eingesetzt werden (und diese Mengen können bei Großbränden mit Ölhaltigen Stoffen noch über das 10-fache liegen)!

Vergleichsmäßig steht hier der Öllagerbrand von Buncefield vom 2005. Aufgrund den Meldungen wurden damals 400 Tonnen AFFF-Schaummittel abgegeben, was ca. 4 Tonnen toxische Rückstände bedeuten würde. Wenn man den Maßnahmenwert für Perfluortenside anschaut, liegen die Grenzwerte dieser Stoffe bei 5 µg/l für Erwachsene. Aufgrund des toxischen Potentials kann eine Tonne dreiprozentiges AFFF 2.000.000 m³ Wasser kontaminieren. [21] Nachdem AFFF-Schaum nach der Anwendung schwierig aufgefangen werden kann, um diese zu entsorgen, sollen Feuerwehrkräfte überlegen, ob sie nicht *fluorfreie Alternativen* einsetzen können.

In der Folge einer in den USA durchgeführten Testreihe wurden auch in Deutschland Messungen gemacht, wobei in verschiedenen Gebieten hohe PFT-Konzentrationen gemessen wurden. Neben jeglichen industriellen Belastungen konnten auf dem Gelände des Allgäu Airports in der Nähe von Memmingen an verschiedenen Grundwasser-Messstellen PFT-Verunreinigungen festgestellt, die aus dem Feuerlöschübungen stammen, und sich aus dem Löschschau freigesetzt haben. [22] Dasselbe geschah auch im Fliegenhorst Landsberg/Lech, wo die Löschübungen auch mit PFT-haltigen Löschschaum durchgeführt worden ist. In der Nähe von beiden Löschbecken konnte die Kontaminierung die Grundgewässer erreichen.

Deshalb beschloss der Umweltausschuss des Europaparlaments am 13. Juli 2006 die Ausweitung des Verbots auf perfluorierten Tenside. Ein Grenzwert von 0,1 % wurde vorgeschlagen. Aufgrund Vorschriften der Richtlinie 2006/122/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 dürfen ab 27. Juni 2008 Perfluoroktansulfonate (PFOS, deren Säuren und Metallsalze, andere Derivate einschließlich Polymere) mit einem Massengehalt von 0,005 % PFOS oder mehr nicht mehr verwendet werden. [23]

Eine Alternative können die Netz- und Schaummittel für die Brandklasse „A“ bedeuten. Sie sind frei von Fluorverbindungen und eignen sich dazu, in die organischen Stoffe effektiv einzudringen und somit sorgen sie für einen optimalen Netzeffekt. Außerdem sind diese biologisch abbaubar, billiger. Die haben auch eine kleinere Zumischrate, deshalb können auch Transportkosten gespart werden. [21]

Pulver

Löschpulver sind solche Mischungen, die aus feinkörperige Chemikalien bestehen. Diese funktionieren entweder mit Erstickung oder Hemmung des Feuers. Dabei wird die Verbrennungsreaktion gestört, nachdem das Löschpulver Trennschicht zwischen dem Brandgut und der Luft bildet. Pulver haben den Vorteil, dass die – je nach Zusammensetzung – aber

ungiftig sind, können vielseitig verwendet werden. Sie haben eine sehr schnelle Wirkung. Wie jede Löschmittel, verfügen natürlich auch Löschpulver über negative Eigenschaften. Nachdem Pulver eine Wolke bildet, kommt es zur Sichtbehinderung der Feuerwehrleute. Aus dem Pulver bildet sich oft am Brandgut eine Schmelzschicht, die elektrisch leitend sein kann.

Löschpulverarten unterscheiden sich je nach Brandklassen, weil diese nach denen zugelassen sind und eignen sich einzeln für andere Brandklassen [24]. Löschpulver sind für Brandklassen A, B und C geeignet, und das spiegelt sich auch in deren Benennung nieder. So sind ABC-Feuerlöschpulver für die Brände der Klassen A, B und C geeignet und zugelassen. Diese ABC-Feuerlöschpulver sind eigentlich echte Universallöschmittel, die gegen fast alle Brandrisiken im täglichen Leben mit Erfolg eingesetzt werden können. Brandklasse A ist der Glutbrand, wobei diese Pulver Schmelzschichten bilden, und dadurch eine den Brand absperren und isolieren. Durch diese Schicht wird Sauerstoff von der Brandfläche isoliert, beziehungsweise die Aufheizung der Umgebung und die Wiederanzündung verhindert.

Bei Flammbränden der Brandklassen B und C wirkt der Pulver mit dem direkten Eingriff in den Reaktionsablauf des Brandes, also eine Art Antikatalysator. ABC-Feuerlöschpulver haben einen schlagartigen Löscheffekt, sowie hohe Löschleistung. Pulver hat gegenüber den Vorteil, das der Löschmittelstrahl nicht leitend, daher sogar bei elektrischen Anlagen (bis 1 kV) ist er anwendbar. Diese Pulver bestehen hauptsächlich von Phosphaten und Sulfaten. Für diese hat man eine Reinheitsvorschrift, wie bei Düngemittel, deshalb kann man sagen, dass die umwelttechnisch keinerlei Schadstoffe enthalten.

Bei der Entsorgung der nicht verwendeten Löschpulver muss man trotz ungefährlichen Zusatzstoffen besonders gründlich umgehen, da diese Trockenpulver über eine sehr gute Wasserlöslichkeit verfügen. Daher ist es erforderlich, diese als Sondermüll zu behandeln. Wegen der schon erwähnten Zusammensetzung und Reinheit der Inhaltsstoffe muss aber Löschschaum nicht deponiert werden, sondern kann in landwirtschaftlichen Betrieben verwertet werden, das diese wertvolle Düngemittelprodukte sein können. In Deutschland gibt es schon seit längerer Zeit Anstrengungen, wonach die Verwertung des Abfalls der Entsorgung vorzuziehen ist, deshalb versucht man auf dieser Ebene die gesetzliche Regelung im Abfallrecht zu verändern. [16]

Das Wirkungsmechanismus BC-Feuerlöschpulvers unterscheidet sich von den ABC-Pulvern, dass er direkt in den Reaktionsablauf der Verbrennung eingreift. Diese Pulver bestehen aus unterschiedlichen löschtaktiven Hauptkomponenten, wie Natrium- oder Kaliumhydrogencarbonat, Natrium- und/oder Kaliumchlorid und Kalium-Ammonium-Carbamat und noch aus weiteren Zusätzen, die für die Hydrophobierung, Förderfähigkeit und Stabilität sorgen.

ABC Löschpulver darf man aber mit BC-Löschpulver nicht mischen, da es zu giftigen Gasentwicklung (Ammoniak) führen kann. Löschpulver können nach Brandlöschung mechanisch – zum Beispiel kehren – entfernt werden. Bei Sachgemäßer Anwendung (also geeignete Menge) ist Löschpulver nicht wassergefährdend.

Inertgase

Bestimmte Gase, wie Argon, Kohlenstoffdioxid oder Stickstoff werden verwendet, um die die Sauerstoff in der Luft zu verdrängen und dadurch die Flammen zu ersticken. Aufgrund Messungen kann ein Feuer schon bei einer Sauerstoffabsenkung auf 13,8 Vol.-% erlöscht werden. [25] Die Löschgase sind schwerer als die Luft der Umgebung, deshalb können sie den Flutungsbereich des Feuers durchsetzen. Es gibt auch Mischungen der einzelnen Gase zur Verbesserung der Löscheigenschaften.

Löschgase haben den Vorteil, dass sie relativ preiswert und leicht zu speichern sind. Sie sind elektrisch nicht leitend, sauber und verschwinden rückstandslos. Nachdem diese Gase in der Natur auch aufzufinden sind, verursachen keine Umweltschäden. Aufgrund

Funktionsmechanismus beim Feuerlöschen ist es aber zu beachten, dass es in engen Räumen Erstickungsgefahr besteht. Bei der Anwendung der Inertgase darf man nur solche Atemschutzgeräte benutzen, die von der Umluft unabhängig sind. Allgemein verfügen diese Gase nur über eine geringe Kühlwirkung, daher sind sie bei Stoffen, die sich zum Glutbildung eignen, nicht anwendbar. Die Gasform eignet sich auch nicht für Anwendung mit größerer Entfernung, sie verfügen über eine geringe Wurfweite.

Kohlendioxid hat physikalische Eigenschaften, wodurch es auch in Löschgeräten verwendet werden kann, nicht nur bei stationären Anlagen. In diesen wird Kohlenstoffdioxid druckverflüssigt, so kann es in erheblich größeren Mengen die Löschmittelvorräte gelagert werden. Kohlenstoffdioxid ist in hoher Konzentration gesundheitsschädlich, deshalb muss man auf das Grenzwert von 5 Volumenprozenten achten. Nachdem Kohlenstoffdioxid, gegenüber sonstigen Löschmitteln auf Wasserbasis, nicht leitfähig ist, kann bei elektrischen Anlagen eingesetzt werden. Bei der Einsetzung muss man nur auf Erstickungsgefahr achten.

Argon ist in der Umgebungsluft enthalten, so ist es nicht giftig. Es kann als Löschgas bei Metallbrände vorteilhaft sein.

Stickstoff farb-, geruch- und geschmacklos, und ist bis zu 78,1 Volumenprozent in der Atmosphäre enthalten. Man verwendet es als Löschmittel in stationären Löschanlagen. In den vergangenen Jahren wurde Stickstoff öfters zum Beispiel bei Silobränden eingesetzt, weil die Gasform leichter durch die gelagerten Güter durchsickert, und so der Brand leichter erstickt wird.

Halone

Nach dem Montreal-Protokoll⁹ sind die Halone aus dem Gebrauch verschwunden. Man durfte diese Löschmittel nur in Ausnahmefällen benutzen, wie für militärische Anwendungen, Rennsport sowie in der Luftfahrt.

In neuester Zeit tauchten aber „neue“ Halone zu Feuerlöschzwecken auf. Angeblich sollen diese nicht mehr ozonschädigende Wirkung haben. Die Halone stören den Verbrennungsablauf, indem sie zur Kettenabbruchreaktion führen. Das nennt man homogene Inhibitor¹⁰. Das Verfahren hat den Vorteil, dass eindeutig weniger Löschmittel erfordert wird. Man darf aber nicht vergessen, dass diese Gase als Treibhausgase eingestuft sind, die sich bei einer Zersetzung in giftigen Folgeprodukten umwandeln können. [13]

Neben den oben aufgelisteten Mitteln gibt es noch andere, verwendbare Materialien. *Behelfslöschmittel* nennt man die Stoffe, Gegenstände, Mischungen, die ansonsten für andere Zwecke verwendet und eingesetzt werden, können aber im Brandfall auch als Löschmittel funktionieren. Solche sind u.a. Sand, Erde, Streusalz, Zementpulver, usw.

KONKLUSION

Den gesetzlichen Hintergrund untersuchend und die Feuerlöschmittel aufzählend sieht man, dass man in Westeuropa seit geräumiger Zeit neben der erfolgreichen Bekämpfung eines Brandes auch auf die Naturschutzfragen achtet. In den vergangenen Jahrzehnten gibt es ein stets wachsendes Interesse in den Nachhaltigkeitsfragen auch im Bereich der Brandbekämpfung.

⁹ Das Protokoll von Montreal behandelt die Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen. Es ist ein multilaterales Umweltabkommen, das mit 1. Januar 1989 in Kraft trat. Die unterzeichnenden Staaten verpflichten sich „geeignete Maßnahmen zu treffen, um die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor schädlichen Auswirkungen zu schützen, die durch menschliche Tätigkeiten, welche die Ozonschicht verändern, wahrscheinlich verändern, verursacht werden oder wahrscheinlich verursacht werden“. (aus dem Präambel des Abkommens). [26]

¹⁰ Hemmung, grundsätzliche Löscheffekt beim Brandschutz

Das fachliche Basis scheint geschaffen zu sein, aber die praktische Lösung des Feuereinsatzes im Interesse der Natur und deren Schutz wirft noch Fragen auf, auch in den entwickelteren westlichen Ländern, wie Deutschland und Co. Brandbekämpfung kann vielseitig erfolgreich abgeschlossen werden, aber naturschonende Löschmittel zeigen immer noch Wissenslücken auf und haben weitere Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Zusammenfassend lässt sich aber sagen, dass die Palette der Löschmittel sehr groß ist, bei der Auswahl muss man alle Umstände, wie die brennende Substanz, die Komponenten der gefährdeten Umgebung, den Zustand der Rettungskräfte und vor allem die Umwelt berücksichtigen. Der obige Vergleich kann bei der Feuerwehrarbeit nützlich sein, da die richtige Auswahl der Löschmittel nicht nur auf die Natur, aber auch auf die Gesundheit der Feuerwehrleute auswirken kann. [27; p.148]

Verschiedene geförderte Forschungen und Projekte im öffentlichen Dienst und Bildung belegen, dass es notwendig sei, die einzelnen Disziplinen in dieser Hinsicht zu koordinieren, auch wenn manchmal an ausreichenden Unterstützung mangelt.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] *Giftwolke über dem Dreiländereck*, <http://www.badische-zeitung.de/suedwest-1/giftwolke-ueber-dem-dreilaendereck--129251349.html>, abgerufen: 22. Juli 2017
- [2] *Schweizerhalle-Brand vor 30 Jahren – eine Nacht des Schreckens*, <https://www.srf.ch/news/schweiz/schweizerhalle-brand-vor-30-jahren-eine-nacht-des-schreckens>, abgerufen: 29. Juli 2017
- [3] *Die Sandoz-Katastrophe, Ein Interview der Badischen Zeitung*, <http://www.badische-zeitung.de/nachrichten/suedwest/sandoz-katastrophe-damals-roch-man-den-rhein-bevor-man-ihn-sah>, abgerufen: 2. August 2017
- [4] *Fragen und Antworten zum Brand Schweizerhalle von 1986*, baselland.ch/faq-schweizerhalle_1986.pdf, abgerufen: 22. Juli 2017
- [5] *Informationsseite der Nachhaltigkeit*, <http://www.docount.com/>, abgerufen: 22. Juli 2017
- [6] *Homepage von der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins*, www.iksr.org, abgerufen am 13. Juni 2016
- [7] *Neufassung der Störfall-Verordnung*, BGBl 1598/2005, https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=//%5B@attr_id=%27bgbl105s1598.pdf%27%5D, abgerufen am 7. Juli 2016
- [8] *Störfallverordnung der Schweiz, StFV 814.012*, <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19910033/index.html>, abgerufen am 7. Juli 2016
- [9] *Industrieunfallverordnung, IUV 354/2002*, <https://www.bmlfuw.gv.at/greentec/abfall-ressourcen/abfall-altlastenrecht/awg-verordnungen/iuv.html>, abgerufen am 7. Juli 2016
- [10] *Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe*, <http://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/wassergefaehrdende-stoffe/rechtliche-regelungen#textpart-1>, abgerufen: 29. Juli 2017
- [11] *Bundesamt von Umwelt in der Schweiz*, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de>, abgerufen: 29. Juli 2017
- [12] *Löschwasser-Rückhaltungs-Richtlinie der Schweiz*, http://www.mil.brandenburg.de/media_fast/4055/Richtlinie%20L%C3%B6schwasser.pdf, abgerufen am 7. Juli 2016

- [13] PFEIFFER, A.: *Löschmittel in der Brandbekämpfung*. Springer Verlag, 1. Auflage 2016, ISBN:978 3 658 129712
- [14] *Freiwillige Feuerwehr Bochkorn (Hrsg.): Löschmittel*, <http://www.feuerwehr-bockhorn.de/index.php?page=loeschmittel>, abgerufen: 27.Juli 2017
- [15] Firesorb, <https://www.youtube.com/watch?v=11qCd-FrdRg>, abgerufen: 22. Juli 2017
- [16] Löschmittel im Überblick, www.bvfa.de/pdf-download/de-12/, abgerufen: 22. Juli 2017
- [17] Feuerwehr in Düsseldorf/Wesel, Nordrhein Westfalen, <http://www.feuerwehr-nrw.de/duesseldorf/wesel/wesel/index.html>, abgerufen: 20. Juli 2017
- [18] KEMPER, H.: Brennen und Löschen: Was Feuerwehrleute wissen müssen, 4. Auflage, Ecomed Sicherheit, 2016, ISBN 978-3-609-69585-3 pp. 55-57.
- [19] YEUNG, L. W., MABURY, S. A.: Bioconcentration of aqueous film-forming foam (AFFF) in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: *Environmental science & technology*. Band 47, Nummer 21, November 2013, pp. 12505–12513, ISSN 1520-5851
- [20] FRICKE, M., LAHL, U. (BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit): Risikobewertung von Perfluortensiden als Beitrag zur aktuellen Diskussion zum REACH-Dossier der EU-Kommission, in: *Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie (UWSF)*, Jahrgang 17, Vol. 1, pp. 36–49, 2005
- [21] Fluorfreie Schaummittel, <http://www.leader-gmbh.de/fachberichte/fluorfreie-schaummittel/fluorfreie-schaummittel-14.html>, abgerufen: 20. Juli 2017
- [22] DANZER, J., HERBST, M., SCHIELE, T.: *Vom Feuerlöschbecken zur Trinkwasserfassung – Transport von perfluorierten Chemikalien (PFC) in der ungesättigten Bodenzone und im Grundwasser*, Vortrag auf den Marktredwitzer Bodenschutztagen, 10. Oktober 2014, abgerufen am 4. August 2016.
- [23] *Hohe Gehalte an perfluorisierten organischen Tensiden in Fischen sind gesundheitlich nicht unbedenklich – Eine Stellungnahme der Bundesinstitut für Risikobewertung*, http://www.bfr.bund.de/cm/343/hohe_gehalte_an_perfluorierten_organischen_tensiden_in_fischen_sind_gesundheitlich_nicht_unbedenklich.pdf, abgerufen am 7. Juli 2016
- [24] *Homepage von Gloria Feuerschutz Fachbetrieb*, www.gloria-feuerschutz.de, abgerufen: 20. Juli 2017
- [25] UNGERER, M. (Hrsg.): *Praxis-Handbuch betrieblicher Brandschutz*, Eric Schmidt Verlag, 2010, ISBN 978-3-503-12083-3
- [26] *Ozone Secretariat United Nations Environment Programms (Hrsg.): Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. 10. Auflage. 2016, ISBN 978 9966 076113
- [27] HORNYACSEK J.: *A tűzoltók fizikai, szellemi és pszichés terhelése*, Hadtudományi Szemle, 2011. 4. évf. 4. pp. 142-154.

A TŰZOLTÓ BEAVATOKÁSOK TERMÉSZETRE GYAKOROLT HATÁSAI

Absztrakt

A tűzvédelmi beavatkozások elsődleges célja az élet és az anyagi javak védelme. Ezekkel szoros kapcsolatban áll a környezet védelme is. Ugyanakkor néha pont azon beavatkozások, amelyek az emberi élet védelmét szolgálják, vezethetnek oda, hogy a környezetet károsítják. Jelen cikk bemutatja a német nyelvű országok jogszabályozási hátterét, és általuk mindazon bevezetett cselekményeket is, amelyek azt a célt szolgálják, hogy a tűzoltó beavatkozások ne vezessenek környezeti katasztrófához, illetve a vízbázisok károsodásához. "A mű a KÖFOP 2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére a Concha Győző Doktori Program keretében készült."

Kulcsszavak: *tűzvédelem, oltóanyag, környezetvédelem, vízbázisok*