Leitlinien zur Schadenverhütung
der deutschen Versicherer

Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen

Die vorliegende Publikation ist unverbindlich. Die Versicherer können im Einzelfall auch andere Sicherheitsvorkehrungen oder Installations- oder Wartungsunternehmen zu nach eigenem Ermessen festgelegten Konditionen akzeptieren, die diesen technischen Spezifikationen oder Richtlinien nicht entsprechen.

Leitlinien zur Schadenverhütung
der deutschen Versicherer

Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen

Inhalt

0 Vorwort ... 5

1 Anwendungsbereich ... 5
1.1 Umfang des Anwendungsbereichs ... 5
1.2 Begrenzung des Anwendungsbereichs ... 6
1.3 Aufbau dieser Leitlinien ... 6

2 Risikowahrnehmung – Schadenfälle und -beispiele ... 7

3 Gefahren- und Risikoanalyse ... 9
3.1 Erfassung des stofflichen Gefahrenpotentials ... 9
3.2 Erfassung der Brandeigenschaften ... 10
3.3 Erfassung weiterer relevanter Kriterien ... 10
3.4 Gefahren- und Risikoanalyse/Bewertung ... 10

4 Abschätzung des anfallenden kontaminierten Löschwassers ... 11

5 Maßnahmen und Einrichtungen zur Vermeidung und Beherrschung von Schäden durch kontaminiertes Löschwasser ... 14
5.1 Grundlagen ... 14
5.2 Organisatorische Maßnahmen und Notfallplanung ... 14
5.3 Bauliche Maßnahmen zur Rückhaltung von kontaminiertem Löschwasser ... 15
5.4 Technische Einrichtungen zur Rückhaltung von kontaminiertem Löschwasser ... 16
5.5 Übergreifende Aspekte zur Installation von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen ... 17

6 Anforderungen an Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen ... 18
6.1 Grundsätzliche Anforderungen ... 18
6.2 Errichtung und Installation von Löschwasser-Rückhalteanlagen ... 19
6.3 Prüfung und Instandhaltung ... 22

7 Maßnahmen im Schadenfall ... 23

8 Analytik und Entsorgung von verunreinigtem Löschwasser ... 23

9 Glossar ... 24
9.1 Begriffsbestimmungen ... 24
9.2 Verwendete Abkürzungen ... 28

10 Gesetze, Verordnungen, technische Regeln und weiterführende Literatur ... 29
10.1 Gesetze und Verordnungen ... 29
10.2 Technische Regeln ... 29
10.3 GDV-/VdS-Publikationen ... 30
10.4 Normen, Vorschriften und Empfehlungen ... 31

Anhang 1 Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse 32
A 1.1 Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Muster 32
A 1.2 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 1 34
A 1.3 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 2 36
A 1.4 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 3 38
A 1.5 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 4 40

Anhang 2 Stoffliche Gefahren 42
A 2.1 Wassergefährdungsklassen (WGKs) 42
A 2.2 Ermittlung der Brandgefahrenklassen (F1 bis F3) 42
A 2.3 Beispielsammlung ausgewählter (sonstiger) Schadstoffe und mögliche Konsequenzen 43
A 2.4 Brandfolgeprodukte 44

Anhang 3 Abschätzung des anfallenden kontaminierten Löschwassers 45

Anhang 4 Beispiele zur Ausführung von Löschwasser-Rückhalteanlagen 48
A 4.1 Löschwasser-Rückhaltung außerhalb des Gebäudes an zentraler Stelle mit natürlichem Gefälle 48
A 4.2 Löschwasser-Rückhalteanlage außerhalb des Gebäudes an zentraler Stelle mit Pumpenanlage 49
A 4.3 Löschwasser-Rückhalteanlage außerhalb des Gebäudes (Nutzung der werksinternen Kanalisation) 49
A 4.4 Löschwasser-Rückhalteanlage außerhalb des Gebäudes (Nutzung der werksinternen Kanalisation zur Ableitung in die werkseigene Abwasser-Reinigungsanlage) 50
A 4.5 Löschwasser-Rückhalteanlage im Keller unterhalb des Gebäudes 50
A 4.6 Löschwasser-Rückhalteanlage im erweiterten Auffangraum innerhalb des Gebäudes (durch Aufkantungen) 51
A 4.7 Löschwasser-Rückhalteanlage im erweiterten Auffangraum innerhalb des Gebäudes (durch Barrieren) 51

0 Vorwort

Im Brandfall fällt in aller Regel nicht verdampftes Löschwasser an, das durch erhebliche Schadstoffmengen verunreinigt sein kann. Verunreinigtes Löschwasser kann große Folgeschäden verursachen, wenn es ins Oberflächenwasser gelangt oder im Erdreich versickert, zu einer Kontamination des Grundwassers führt oder die Kläranlage beeinträchtigt. Verunreinigtes Löschwasser darf daher grundsätzlich nicht in Gewässer eingeleitet werden oder unkontrolliert austreten, wenn eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern nicht auszuschließen ist.

Viele Betreiber industrieller oder gewerblicher Anlagen sind sich ihres grundsätzlichen Verursacherrisikos (Betreiberhaftpflicht) häufig nicht bewusst. Aufgrund der allgemeinen Sorgfaltspflicht gemäß Kapitel 1 § 5 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist jedermann verpflichtet, „... bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine nachteilige Veränderung der Gewässereigenschaften zu vermeiden ...".

Kommt es durch verunreinigtes Löschwasser zu einer erheblichen Gewässerverunreinigung, zu erheblichen Schäden an geschützten Arten oder zu erheblichen Schäden an geschützten Lebensräumen, haftet der Verantwortliche nach dem Umweltschadengesetz (USchadG) vom 10. Mai 2007. Nach § 6 USchadG muss der Verantwortliche die Kosten von behördlich angeordneten Sanierungspflichten tragen. Verunreinigt das Löschwasser den Boden, ist eine Sanierungspflicht nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) gegeben.

Der Betreiber haftet nicht nur nach dem Verursacherprinzip für seine Betriebsrisiken, sondern kann auch in besonderen Fällen als Eigentümer für die im Rahmen eines Feuerwehreinsatzes entstandenen Folgeschäden, z.B. infolge des Einsatzes wassergefährdender Löschmittel, zur Verantwortung gezogen werden.

Die bauaufsichtlich eingeführte „Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRL)" findet ausschließlich Anwendung bei Lageranlagen und bei Stoffen, die in Wassergefährdungsklassen (WGKs) eingestuft sind. Stoffliche Gefährdungspotentiale, die erst im Brandfall zum Tragen kommen (z. B. HCl und Dioxine nach PVC-Bränden), werden somit nicht berücksichtigt. Für Produktionsanlagen werden nach LöRüRL überhaupt keine vorbeugenden Maßnahmen gefordert. Dies kann im Schadenfall hohe Dekontaminationskosten für verunreinigtes Erdreich und ggf. Grundwasser bedeuten, da derzeit über die Grundsatzanforderungen diverser Verordnungen (u. a. AwSV) sowie untergesetzlicher Regelwerke hinaus keine weitergehenden Maßnahmen bzw. Bemessungsgrundlagen für die Löschwasserrückhaltung gefordert werden.

Maßnahmen zur Vermeidung von Löschwasserschäden werden grundsätzlich immer dann notwendig, wenn im Brandfall in Verbindung mit Löschwasser schädliche Stoffe freigesetzt werden können. Dabei ist es gleichgültig, ob diese Stoffe bereits als Betriebsstoffe vorhanden sind oder erst durch den bzw. im Zusammenhang mit dem Brandfall entstehen können.

Diese Leitlinien zeigen auf, wie Gefahrenpotentiale hinsichtlich möglicher Löschwasserschäden identifiziert und durch vorbeugende technische sowie organisatorische Maßnahmen minimiert werden können.

Für die Errichtung und den Betrieb von Löschwasser-Rückhalteanlagen sind in erster Linie die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zu berücksichtigen. Die vorliegenden Leitlinien stellen eine Erkenntnisquelle dar, die zur Bemessung des Löschwasser-Rückhaltevolumens unabhängig von der Betriebsart herangezogen werden kann. Sofern andere Mengenschwellen und weitergehende Maßnahmen in den gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen gefordert werden, sind diese vorrangig zu beachten.

Ausgewählte Fachausdrücke werden im Glossar (s. Abschnitt 9) erläutert.

1 Anwendungsbereich

1.1 Umfang des Anwendungsbereichs

Die Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRL) gilt ausschließlich für die Lagerung wassergefährdender Stoffe ab einer bestimmten Mengenschwelle.

Der Anwendungsbereich dieser Leitlinien erstreckt sich auf alle Gefahren/Risiken im Zusammenhang mit der Entstehung kontaminierten Löschwassers in industriellen und gewerblichen Betrieben und Anlagen unabhängig von der Art und Menge der vorhandenen Stoffe. Dies betrifft somit sowohl Produktions- als auch Lageranlagen (einschl. Umschlaganlagen), die nicht von der LöRüRL abgedeckt sind.

Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden durch kontaminiertes Löschwasser werden immer dann notwendig, wenn im Brandfall in Verbindung mit Löschwasser schädliche Stoffe in gefahrdrohender Menge freigesetzt werden können. Die Notwendigkeit sowie Art und Umfang der erforderlichen Maßnahmen ergeben sich aus der Gefahren- und Risikoanalyse.

Hinsichtlich des stofflichen Gefahrenpotentials umfasst der Anwendungsbereich u. a.:

- Wassergefährdende Stoffe, die in Wassergefährdungsklassen (WGKs) eingestuft sind;
- Wassergefährdende Stoffe, die noch nicht eingestuft sind, aber aufgrund ihrer Gefährlichkeitsmerkmale (bisher: R-Sätze; nach GHS künftig: P-Sätze) eingestuft werden können;
- Lebensmittel und ähnliche Stoffe, die laut Definition nicht in WGKs eingestuft werden können;
- Betriebsstoffe (Roh- und Betriebshilfsstoffe, Zwischenprodukte, Halbfertig- und Fertigprodukte, Packmittel, Lager- und Transporthilfen, Abfälle), die oder deren Verbrennungsprodukte schädliche Eigenschaften aufweisen;
- Baustoffe (Dämmstoffe, Abdichtungen, Imprägnierungen, z. B. bei Holz) die oder deren Verbrennungsprodukte schädliche Eigenschaften aufweisen;
- Löschmittel.

Um eine mögliche Gefährdung durch anfallendes kontaminiertes Löschwasser zu prüfen und ggf. erforderliche Vorsorgemaßnahmen treffen zu können, ist eine Gefahren- und Risikoanalyse (im Sinne dieser Leitlinien) über den möglichen Anfall kontaminierten Löschwassers in und nach einem Brandfall durchzuführen. Es ist zu erwarten, dass auch bei Nichtvorliegen unmittelbar erkennbarer Gefahren im Brandfall durch die im Betrieb vorhandenen Bau- und Betriebsstoffe, Packmittel usw. kontaminiertes Löschwasser entstehen kann. Bei der Betrachtung des stofflichen Gefahrenpotenzials findet in diesen Leitlinien daher auch Beachtung, dass viele Stoffe, die an sich nicht als gefährlich eingestuft sind bzw. eingestuft werden können, im Brandfall schädliche Eigenschaften entwickeln.

Zu bedenken ist auch, dass im Rahmen eines Feuerwehreinsatzes größere Mengen verunreinigten bzw. kontaminierten Löschwassers u. a. durch den Einsatz wassergefährdender Schaummittel anfallen können.

Eine mögliche Betrachtungsweise des Löschwasserrisikos zeigt die Gefahren- und Risikoanalyse gemäß Abschnitt 3 auf.

1.2 Begrenzung des Anwendungsbereichs

Grundsätzlich ist festzustellen, dass mit einem Löschwasserschaden nur nach einem vorangegangenen Brandereignis in Verbindung mit der Freisetzung einer größeren gefahrdrohenden Menge kontaminierten Löschwassers zu rechnen ist.

Eine Löschwasser-Rückhaltung ist nicht erforderlich, wenn

- ein Brand mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Ein Brand entsteht, wenn brennbare Stoffe, wirksame Zündquellen und ausreichende Sauerstoffkonzentrationen zusammen kommen.
- im Brandfall nicht mit Wasser, sondern ausschließlich mit Sonderlöschmitteln ohne Wasserzusatz gelöscht wird.
- das Ergebnis der Gefahren- und Risikoanalyse (s. Abschnitt 3) eine überwiegend „geringe" und teilweise „mittlere" Bewertung des stofflichen Gefahrenpotenzials ergibt.

Diese Leitlinien gelten nicht für die Lagerung von und/oder den Umgang mit

- radioaktiven Stoffen sowie mit
- explosionsfähigen Stoffen.

1.3 Aufbau dieser Leitlinien

Zunächst werden im Rahmen einer Gefahren- und Risikoanalyse Risikomerkmale (u. a. stoffliche Gefahren und Brandeigenschaften von Betriebsstoffen, Baustoffen etc.) ermittelt und bewertet (s. Abschnitt 3).

Fällt bei einem Brand kontaminiertes Löschwasser in gefahrdrohender Menge an, kann gemäß Abschnitt 4 das erforderliche Löschwasser-Rückhaltevolumen berechnet werden.

Zur Vermeidung und Beherrschung von Schäden durch kontaminiertes Löschwasser sollten (im Sinne dieser Leitlinien) zunächst organisatorische Maßnahmen geprüft werden, die in Abschnitt 5.2 beschrieben sind.

Sind die organisatorischen Maßnahmen nicht ausreichend, sind technische bzw. bauliche Maßnahmen zur Löschwasser-Rückhaltung vorzusehen (s. Abschnitte 5.3 und 5.4).

Die Anforderungen an die Errichtung und Installation bzw. Prüfung, Wartung und Instandhaltung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beschreibt Abschnitt 6.

Die Maßnahmen im Schadenfall beschreibt Abschnitt 7.

Zur Festlegung der Nachsorge und Entsorgung (einschließlich Analytik) von verunreinigtem Löschwasser wird auf Abschnitt 8 verwiesen.

2 Risikowahrnehmung – Schadenfälle und -beispiele

Für WHG-Anlagen besteht die Erfordernis der Rückhaltung verunreinigten Löschwassers gemäß Besorgnisgrundsatz des Wasserrechts (Kapitel 3 § 62 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz – WHG) in Verbindung mit den geltenden untergesetzlichen Regelungen sowie den Anforderungen aus dem BBodSchG und dem BImSchG (u.a. § 22 Abs. 1 Nm. 1 und 2). Danach muss anfallendes Löschwasser, das mit ausgetretenen wassergefährdenden Stoffen verunreinigt sein kann, zurückgehalten und ordnungsgemäß entsorgt werden.

Wenn nach den eingeführten Regelwerken die Rückhaltung von Löschwasser nicht zwingend vorgeschrieben ist, sollte dennoch geprüft werden, ob eine Schädigung durch im Brandfall anfallendes, verunreinigtes Löschwasser wirksam verhindert bzw. minimiert werden kann. Die grundsätzliche Forderung, entsprechende Vorsorge zu treffen, ergibt sich nämlich bereits aus der allgemeinen Sorgfaltspflicht gemäß § 5 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) (s. Vorwort). Die diesbezüglich zu fordernde Sicherheit muss dem vorliegenden Risiko angemessen sein (Verhältnismäßigkeitsgrundsatz).

Ziel dieser Leitlinien ist der Schutz der Gewässer und des Bodens vor verunreinigtem Löschwasser, das durch Stoffe oder Brandgut verunreinigt sein kann und das grundsätzlich bei jedem Brand anfallen kann. Es gilt aber auch, Folgeschäden (z. B. Betriebsunterbrechungsschäden, Sachschäden) durch Löschwasser vorzubeugen. Zu diesem Zweck enthalten diese Leitlinien abgestufte Anforderungen zur Begrenzung der Risiken.

Eine Vielzahl von Schadenfällen verdeutlicht die Problematik der Freisetzung von Löschwasser im Brandfall. Nachstehend sind einige ausgewählte Beispiele dargestellt.

Schadenbeispiel 1

In einem mittelständischen chemischen Betrieb, der aufgrund der geringen Mengen der gelagerten und verwendeten Gefahrstoffe nicht in den Anwendungsbereich der Löschwasser-Rückhalterichtlinie (LöRüRL) fiel, kam es zu einem Großbrand.

Durch den Einsatz großer Mengen Löschwassers zur Bekämpfung des Brandes wurden giftige und ätzende Stoffe in erhöhter Konzentration freigesetzt. Es fand eine Kontamination der benachbarten Landwirtschaftsflächen, die als Mäh-/Futterwiesen eines landwirtschaftlichen Betriebes genutzt wurden, und des vorbeifließenden Baches statt. Die konzentrierte Schadstofffracht im Löschwasser führte dazu, dass der Wiesenschnitt über Jahre nicht mehr als Futtermittel nutzbar war. Die durch das kontaminierte Löschwasser ausgelöste Sauerstoffzehrung im Bach und in einer angrenzenden Forellenzucht führten akut zu einem weit reichenden Fischsterben. Die in den Bach- und Teichsedimenten abgelagerten Schadstoffe machten den Fischbestand über Jahre für den menschlichen Verzehr unbrauchbar.

Als Verursacher musste der chemische Betrieb für die Kontamination und die Folgen mit finanziellen Mitteln geradestehen. Der gesamte Umweltschaden betrug 1,5 Mio. € und war fast so hoch wie der ursächliche Feuer- und Feuerbetriebsunterbrechungsschaden mit etwas mehr als 2,2 Mio. €.

Schadenbeispiel 2

Durch Brandstiftung wurde das Reifenlager eines Recyclingbetriebes in Brand gesetzt.

Die Lagerung von Altreifen und die daraus abzuleitenden Vorsorgemaßnahmen zur Beherrschung kontaminierten Löschwassers werden derzeit nicht durch die Löschwasser-Rückhalterichtlinie (LöRüRL) geregelt.

Trotz des Einsatzes von über 100 Feuerwehrleuten konnte nicht verhindert werden, dass bei diesem Großbrand nicht nur schädliche Brandfolge- und -zersetzungsprodukte emittiert wurden, sondern u. a. durch Pyrolyseöle, die bei der thermischen Zersetzung noch nicht brennender Reifen entstehen und Schaummittel, das zur Brandbekämpfung eingesetzt wurde, kontaminiertes Löschwasser in großen Mengen entstand. Über die Oberflächenkanalisation gelangte der Großteil des Löschwassers (mehrere 100 m^3) in die regionale Kläranlage. Die plötzliche Belastung der Kläranlage mit kontaminiertem Löschwasser (u. a. Schaummitteleinsatz) führte zu einem Kollaps der Biologie.

Der Schaden in der Kläranlage belief sich auf annähernd 0,5 Mio. €.

Schadenbeispiel 3

In der mechanischen Fertigung eines metallverarbeitenden Betriebes kam es durch einen technischen Defekt eines Kühlschrankes zu einem Entstehungsbrand. Das Feuer griff auf das Dach über und breitete sich aufgrund der brennbaren Wärmedämmung und der Bitumendacheindeckung schnell über die gesamte Dachfläche aus. In Folge des Brandes, bei dem das Dach der Halle einstürzte, wurde der zentrale Schneidöltank (20 m^3, WKG 2) der Hochleistungsbearbeitungszentren beschädigt. Das Schneidöl wurde mit dem Löschwasser ausgetragen und gelangte über defekte Dehnungsfugen in den Untergrund. Da es sich um eine HBV-Anlage handelte, fand die LöRüRL trotz Vorhandensein einer größeren Menge wassergefährdender Stoffe keine Anwendung.

Aufgrund der Lage des Betriebs in der Trinkwasserschutzzone III der örtlichen Wassergewinnung wurden vorsorgliche Rettungsmaßnahmen zur Verhinderung einer Trinkwasserkontamination erforderlich. Es wurde eine in situ Bodenreinigung durch ein autorisiertes Fachunternehmen durchgeführt.

Die Gesamtkosten der Bodendekontamination beliefen sich auf 250.000 €.

Schadenbeispiel 4

In einem Dienstleistungskühlhaus kam es nachts infolge Brandstiftung zur Brandentstehung. Aufgrund der dort gelagerten Produkte – Butter, Eiscreme, Fleisch und Lebensmittel – fiel das Lager nicht in den Anwendungsbereich der Löschwasser-Rückhalterichtlinie (LöRüRL).

Der Brand wurde „zufällig" durch einen Wachmann entdeckt, als die Flammen bereits aus dem Dach schlugen und das Kühlhaus in vollem Ausmaß brannte. Im Wand- und Deckenbereich waren brennbare Dämmstoffe aus Polyurethan und teils Polystyrol installiert, so dass die daraus resultierende große Wärmeentwicklung zum Schmelzen der Butter führte.

Verflüssigte Butter und Eiscreme emulgierten im Löschwasser und flossen mit diesem in die Umgebung (benachbarte Keller von Wohngebäuden, Oberflächengewässer und die Kanalisation) ab.

Die Emulsion erstarrte nach Abkühlung an den Eintragsstellen und verstopfte u. a. die Kanalisation. Sie führte zu erheblichen Sachschäden an den Kanalrohren, da die Buttersäure Calciumhydroxid aus den Betonbauteilen löste.

Weiterhin wurden angrenzende Gewässer in Mitleidenschaft gezogen. Das Butterfett setzte die Kiemen von Fischen zu, verklebte das Gefieder von Vögeln, musste von der Wasseroberfläche abgesaugt und von den Uferflächen abgetragen werden.

Insgesamt entstand ein Sachschaden von ca. 40 Mio. € sowie ein Umweltschaden in Höhe von ca. 1,5 Mio. €.

Schadenbeispiel 5

Im Altpapierlager eines auf Altpapierrecycling spezialisierten Unternehmens kommt es nachts aus ungeklärter Ursache zu einem Entstehungsbrand.

Aufgrund der fehlenden Wassergefährdung der gelagerten Stoffe fiel die Lagerhalle nicht in den Anwendungsbereich der Löschwasserrückhalterichtlinie (LöRüRL). Technische Einrichtungen oder organisatorische Vorkehrungen für eine Löschwasserrückhaltung waren dementsprechend nicht vorhanden.

Bei den Löscharbeiten wurden von der Feuerwehr 5.000 Liter Schaummittelkonzentrat sowie ca. 1.000 m^3 Wasser eingesetzt. Ungefähr die Hälfte des Löschwasserschaumgemisches gelangte über Bodeneinläufe in die betriebliche Kanalisation. Auf Veranlassung der Umweltbehörde unterband die Feuerwehr mit Hilfe von Absperrblasen das weitere Ablaufen von Löschwasser in das öffentliche Kanalsystem.

Nach Ende der Löscharbeiten wurde festgestellt, dass sich in der Lagerhalle ein alter Sickerschacht befand, über dessen undichte Abdeckung eine unbekannte Menge Löschwasser bzw. Löschwasserschaumgemisch in den Untergrund versickert waren. Gleichzeitig wurden an der betrieblichen Kanalisation beim Absaugen der zurückgehaltenen Löschmittelreste erhebliche Schäden festgestellt, die befürchten ließen, dass auch im Bereich der Grundstücksentwässerung Löschmittel versickert waren.

Nachdem feststand, dass das eingesetzte Schaummittel perfluorierte Tenside enthalten hatte, wurden umfangreiche Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Eine Bodensanierung im Bereich des Sickerschachtes war erforderlich.

Es entstand ein Sachschaden von ca. 350.000 € sowie 250.000 € an Folgekosten (Abbruch, Aufräumung, Feuerlöschkosten, Brandschuttentsorgung und Dekontaminationskosten). Allein 70.000 € davon entfielen auf Analytik und Bodensanierung aufgrund des Schaummitteleinsatzes.

Schadenbeispiel 6

In einem mittelständischen Kunststoff verarbeitenden Betrieb kam es nach Folienschrumpfarbeiten im Lager zu einem Brand. Dieser breitete sich über die Brandlasten – primär Kunststoffe (PE/PP), Kartonage, Folie, Paletten – im gesamten Brandabschnitt aus. Nach vergeblichen Löschversuchen mit Wasser durch die Feuerwehr, wurden insgesamt 20 m^3 Schaummittel zweier Werkfeuerwehren nahegelegener Industrieparks eingesetzt. Nach 7 Stunden war der Brand gelöscht.

Durch den Einsatz des Schaumlöschmittels (AFFF) sind auch perfluorierte Tenside (PFT) in das Löschwasser gelangt.

Der Betreiber der Kläranlage und sein Abwassermeister wurden erst durch die Rundfunkwarnungen an die Bevölkerung über den Brand informiert. So gelangte zunächst das verdünnte Löschschaumkonzentrat über die Kanalisation auf die weitgehend unvorbereitete Kläranlage.

Das Volumen des Pufferbeckens auf der Anlage reichte nicht aus, die ankommenden Löschwassermengen zu fassen und so kam es am Nachmittag des Brandes zu starker Schaumbildung auf allen Becken. Ein kurzzeitiges leichtes Abtreiben des Schaums in den nahegelegenen Fluss und eine Überschreitung der erlaubten Einleitewerte aus der Kläranlage konnte trotz sofortigem Einsatz von zusätzlichem Flockungsmittel und starker Sauerstoffzugabe nicht verhindert werden. Vier Tage später wurde wieder ein ordnungsgemäßer Betrieb der Anlage gemeldet. Die Entleerung des Pufferbeckens wurde aufgrund anhaltender Regenfälle erst nach weiteren vier Tagen abgeschlossen. Das Flockungsmittel kam somit elf Tage zum Einsatz.

Die Sachschadensumme betrug 2,2 Mio. €, davon fielen ca. 200.000 € an Dekontaminationskosten an.

Fazit: Diese Beispiele zeigen, dass Löschwasser-Rückhaltung auch dann notwendig werden kann, wenn beispielsweise das Lagergut selbst als nicht wassergefährdend eingestuft ist (z. B. Kunststoffe) bzw. nicht in Wassergefährdungsklassen eingestuft werden kann (z. B. Lebensmittel), dessen Verbrennungsprodukte aber gefährliche Eigenschaften im Sinne dieser Leitlinien aufweisen können. Des Weiteren zeigen o. g. Schadenfälle, dass es hinsichtlich möglicher Löschwasserschäden wenig Sinn macht, zwischen Lager- und Produktionsanlagen zu unterscheiden.

3 Gefahren- und Risikoanalyse

Die nachfolgende Gefahren- und Risikoanalyse ist dann erforderlich, wenn gemäß Abschnitt 1.2 nicht ausgeschlossen werden kann, dass kontaminiertes Löschwasser entstehen kann bzw. wenn Zweifel daran bestehen.

3.1 Erfassung des stofflichen Gefahrenpotentials

Im Rahmen der Gefahren- und Risikoanalyse müssen zunächst alle Stoffe im Hinblick auf eine mögliche Löschwasserkontamination nach einem Brand ermittelt werden. Hinsichtlich denkbarer Verbrennungsprodukte ist eine qualitative Abschätzung ausreichend. Es ist nämlich zu beachten, dass im Brandfall Stoffe entstehen können, die für eine weitergehende Löschwasserkontamination verantwortlich sein können, z. B.

- Verbrennung von PVC (Entstehung von Chlorwasserstoffgas, HCl-Niederschlag) bzw.
- Brandbekämpfung von Kunststoffen, Reifen oder brennbaren Flüssigkeiten durch Einsatz wassergefährdender Schaummittel (z. B. Fluortenside).

Es sollte ein Bestandsplan erstellt werden, aus dem hervorgeht,

- welche Schadstoffe beispielsweise als Betriebsstoffe vorhanden sind,
- als Löschmittel vorgesehen sind bzw.
- welche Schadstoffe möglicherweise als Brandfolgeprodukte entstehen können,

und somit eine mögliche Löschwasserkontamination nach sich ziehen könnten.

Welche Stoffe (Art und Menge) müssen betrachtet werden?

- Betriebsstoffe (Roh- und Betriebshilfsstoffe, Zwischenprodukte, Halbfertig- und Fertigprodukte, gelagerte, bereitgestellte und in der Produktion befindliche Stoffe, Reststoffe, Abfälle);
- Packmittel, Lager- und Transporthilfen;
- Baustoffe (Dämmstoffe, Abdichtungen, Imprägnierungen, z. B. bei Holz).
  Die Einstufung von Baustoffen als „schwer entflammbar" nach DIN 4102 Teil 1 ist nicht als Ausschlusskriterium für eine Brandgefahr im Sinne dieser Leitlinien zu werten.
- Löschmittel (hier sind alle Löschmittel zu berücksichtigen, die bezogen auf das Betriebsrisiko zum Einsatz kommen können);
- Lebensmittel und ähnliche Stoffe;

- Stoffe, bei deren thermischer Zersetzung löschwasserkontaminierende Pyrolyseprodukte entstehen können.

Welche Gefahreneigenschaften müssen ermittelt werden?

- WGK-Klassifizierung (Sicherheitsdatenblatt, VwVwS). Sofern der Stoff nicht in eine WGK-Klasse eingestuft ist, kann die WGK-Klasse über die R-Sätze (nach GHS künftig: H-Sätze) bzw. die Einstufungskriterien nach VwVwS abgeleitet werden.
- Schädliche Eigenschaften sonstiger Stoffe (s. Beispielsammlung im Anhang 2, Sicherheitsdatenblatt oder Stoffdatenbanken, z. B. GESTIS der Berufsgenossenschaften).

3.2 Erfassung der Brandeigenschaften

Die Erfassung der Brandeigenschaften (s. hierzu Anhang A1, Teil B der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse) ist erforderlich, wenn ein stoffliches Gefahrenpotential gemäß Abschnitt 3.1 bzw. Anhang A1, Teil A der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse, ermittelt wurde. Zur Einschätzung der Brandeigenschaften können folgende Kriterien herangezogen werden:

- Flammpunkt bei brennbaren Flüssigkeiten;
- Heizwert, Abbrandgeschwindigkeit bei Feststoffen;
- Menge/Brandlast (gemäß DIN 18230).

Die gemäß Abschnitt 3.1 und 3.2 erfassten Eigenschaften sollten dokumentiert und verfügbar gehalten werden. Eine Aktualisierung sollte jeweils bei größeren risikorelevanten Veränderungen erfolgen. Zur Erstellung entsprechender Dokumentationen können vorhandene Aufstellungen (z. B. Gefahrstoffkataster, Lagerlisten) genutzt werden.

3.3 Erfassung weiterer relevanter Kriterien

Die Erfassung weiterer brandrelevanter Kriterien (s. hierzu Anhang A1, Teil C der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse) ist erforderlich, wenn ein stoffliches Gefahrenpotential gemäß Abschnitt 3.1 bzw. Anhang A1, Teil A der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse, ermittelt wurde. Zusätzlich zu den Stoffeigenschaften müssen dann folgende weitere Kriterien erfasst werden:

- Betriebsumgebung (Wasserschutzgebiet, Ökosystem);
- Löschmittel (schaumbildende Mittel);
- Entwässerungssystem (Größe, Art der Kläranlage/Vorfluter);
- Brandschutztechnische Infrastruktur (WF, FF, Brandschutzhelfer, Löschanlagen, Branderkennung);
- Bauliche Voraussetzungen für die Rückhaltung anfallenden Löschwassers (z. B. Keller, Auffangräume, Abwasseranlagen/-leitungen).

3.4 Gefahren- und Risikoanalyse/Bewertung

Die im Anhang A1 aufgeführte Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse soll der groben Bewertung dienen, ob Maßnahmen zur Löschwasser-Rückhaltung ergriffen werden müssen.

Zuerst soll in Anhang A1, Teil A der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse, das stoffliche Gefahrenpotenzial bewertet werden. Bei einer weitgehend niedrigen Bewertung des Gefahrenpotentials sind i. d. R. keine weiteren Maßnahmen zur Löschwasser-Rückhaltung vorzusehen. Bei einer überwiegend „mittleren" und „hohen" Bewertung des stofflichen Gefahrenpotentials bedarf es der weitergehenden Bewertung der Brandeigenschaften (Anhang A1, Teil B), sowie weiterer Kriterien (Anhang A1, Teil C).

Löschwasser-Rückhaltemaßnahmen sollten somit vorgesehen werden, wenn sich bei der Gesamtbewertung ein Gefahrenpotential manifestiert hat, das nicht durch vorhandene betriebliche und/oder organisatorische Maßnahmen kompensiert wird.

So können beispielsweise durchaus kritische Stoffe in gefahrdrohender Menge vorhanden sein. Die Abstimmung mit dem Kläranlagenbetreiber belegt jedoch beispielsweise, dass die ARA die erwartete Menge an kontaminiertem Löschwasser verkraften würde.

Weitere Beispiele zur Gefahren- und Risikoanalyse sowie zur Anwendung der entsprechenden Matrix finden sich in den Anhängen A1.2 bis A1.5.

Es wird empfohlen, die Gefahren- und Risikoanalyse im Zuge der betrieblichen Veränderungsprozesse regelmäßig zu aktualisieren.

4 Abschätzung des anfallenden kontaminierten Löschwassers

Die anfallende kontaminierte Löschwassermenge ist unter anderem abhängig von Art und Menge der brennbaren Stoffe, der Branderkennung, der Art der Feuerwehr und der brandschutztechnischen Infrastruktur. Die Wassergefährdung der Stoffe und das potenzielle Entstehen gefährlicher Stoffe im Brandfall haben somit im Sinne dieser Leitlinien keinen unmittelbaren Einfluss auf die anfallende kontaminierte Löschwassermenge, sondern bieten einen Maßstab für Sicherheitsbetrachtungen hinsichtlich der Größe von Brandabschnitten und sind Voraussetzung für die Beurteilung der Notwendigkeit, Löschwasser-Rückhaltemaßnahmen vorzusehen.

In der Literatur werden bei einem Industriebrand mittleren Ausmaßes Löschwassermengen zwischen 3.200 und 14.000 l/min genannt. Im Rahmen derartiger Brandereignisse können somit 192 bis 840 m^3 Löschwasser je Stunde anfallen und dies in der Regel über 2 bis 4 Stunden. In etwa die Hälfte des zum Einsatz kommenden Löschwassers verdampft.

Die Abschätzung der anfallenden kontaminierten Löschwassermenge V erfolgt in diesen Leitlinien gemäß folgender Formel. Die dabei berücksichtigten Parameter sind nachstehend erläutert.

Um die Anwendung zu erleichtern, wurde basierend auf dieser Formel ein Berechnungsblatt erstellt, das Bestandteil dieser Leitlinien ist.[1]

$$V = \{(A_{tat} * SWL * BAF * BBF) + M \} / BSF$$

V [m^3]: Berechnetes kontaminiertes Löschwasser-Rückhaltevolumen

A_{tat} [m^2]: Tatsächliche Brandabschnittsfläche

SWL [m^3/m^2]: Spezifische Wasserleistung

BAF: Brandabschnittsflächenfaktor (dimensionslos)

BBF: Brandbelastungsfaktor (dimensionslos)

M [m^3]: Menge aller flüssigen Produktions-, Betriebs- und Lagerstoffe mit oder ohne WGK-Klasse im jeweils betrachteten Brandabschnitt

BSF: Brandschutzfaktor (dimensionslos)

Die Berechnungsformel und die zu deren Anwendung aufgestellten Faktoren basieren auf Schadenerfahrungen der Feuerwehren, Feuerversicherer, Behörden und Sachverständigen.

Weitere Hinweise zur Berechnung und Ermittlung einzelner Faktoren finden sich im Anhang A3.

Bei einem ermittelten Löschwasservolumen von mehr als 1000 m^3 ist dringend anzuraten, über die Begrenzung von Brandabschnittsflächen und die Installation stationärer Löschanlagen nachzudenken. Besondere Gründe für ein sehr hohes Löschwasserrückhaltevolumen sind häufig ein dem Risiko nicht angepasster Brandschutzstandard (BS) und/oder zu große Brandabschnitte.

[1] Das Berechnungsblatt kann online über VdS Schadenverhütung unter der Verlagsnummer VdS 2557a heruntergeladen werden: www.vds.de

Parameter	Bezeichnung	Erläuterung
V [m³]	Löschwasser-Rückhaltevolumen	Berechnetes kontaminiertes Löschwasser-Rückhaltevolumen.
A_{tat} [m²]	Brandfläche bzw. (tatsächliche) Brandabschnitts-fläche	Grundlage der Abschätzung des zurückzuhaltenden Löschwasser-volumens V ist ein Brandereignis auf der maximalen tatsächlich vorhandenen Brand(abschnitts)fläche zur Lagerung bzw. Pro-duktion von Stoffen.
A_{zul} [m²]	Brandfläche bzw. zulässige (risikogerechte) Brandabschnitts-fläche	Die zulässige Brandabschnittsfläche A_{zul} ergibt sich in Anlehnung an die Industrie-Bau-RL in Abhängigkeit der Bauart, der Brand-belastung und dem Brandschutzstandard. *(Hinweis: Entsprechend der Branderkennungs- und Brandbe-kämpfungsmöglichkeiten wird dem Brandabschnitt der jeweils existente Brandschutzstandard BS1 - BS4 zugeordnet.)* Zur Vermeidung überdurchschnittlicher Löschwasser-Rückhalte-volumina soll die tatsächliche Brandabschnittsfläche weitgehend identisch zur zulässigen Brandabschnittsfläche sein.
SWL [m³/m²]	spezifische Wasserleistung	Es wird angenommen, dass bei der angesetzten Löschzeit von 240 min eine spezifische Wasserleistung SWL von 0,24 m³/m² innerhalb des Brandabschnittes eingesetzt wird.
BAF	dimensionsloser Brandabschnitts-flächenfaktor	Als Ergebnis von Schadenauswertungen ergibt sich, dass bei sehr großen Brandabschnittsflächen die tatsächlich erforderliche Lösch-wassermenge [l/m² * min] mit zunehmender Brandabschnittsflä-che nicht linear weiter steigt. Dem wird über den dimensionslosen Brandabschnittsflächenfaktor BAF Rechnung getragen.

Brandabschnittsfläche [m²]	**Brandabschnittsflächenfaktor BAF**
bis 4.000	1,0
5.000	0,9
6.000	0,83
7.000	0,79
8.000	0,75
9.000	0,72
10.000	0,70
12.000	0,66
14.000	0,64
16.000	0,63
18.000	0,61
20.000	0,6

<table>
<tr><th>Parameter</th><th>Bezeichnung</th><th>Erläuterung</th></tr>
<tr><td>BBF</td><td>dimensionsloser Brandbelastungs-faktor</td><td>Der Brandbelastungsfaktor errechnet sich aus der tatsächlich vorhandenen Brandlast q_R [kWh/m²]. Zur Abschätzung dient folgende Tabelle:
<table>
<tr><th>Brandbelastungs-faktor BBF</th><th>Brandlast q_R (kWh/m²)</th><th>Bemerkung</th></tr>
<tr><td>3,64</td><td>360</td><td>sehr hoch</td></tr>
<tr><td>1,67</td><td>250</td><td>hoch</td></tr>
<tr><td>1,03</td><td>160</td><td>erhöht</td></tr>
<tr><td>0,71</td><td>90</td><td>mittel</td></tr>
<tr><td>0,53</td><td>40</td><td>niedrig</td></tr>
<tr><td>0,42</td><td>10</td><td>sehr niedrig</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>q_R (kWh/m²)</td><td>Brandlast</td><td>Die Brandlast in kWh pro m² ergibt sich in Addition aller auf einer Brandabschnittsfläche vorhandenen brennbaren Stoffe und Materialien.</td></tr>
<tr><td>M [m³]</td><td>Stoffmengen</td><td>Stoffmenge aller flüssigen Produktions-, Betriebs- und Lagerstoffe mit oder ohne WGK-Klasse (1 t = 1 m³).</td></tr>
<tr><td>BSF</td><td>dimensionsloser Brandschutzfaktor</td><td>Entsprechend der Branderkennungs- und Brandbekämpfungsmöglichkeiten wird dem jeweiligen Brandabschnitt ein Brandschutzstandard BS 1 - BS 4 zugeordnet, aus dem sich ein Brandschutzfaktor ermitteln lässt:
<table>
<tr><th>Konzept</th><th>Brandschutz-standard BS</th><th>Brandschutz-faktor BSF</th></tr>
<tr><td>Bauliches Konzept
Keine besonderen Anforderungen an die Brandmeldung</td><td>BS 1 = 1,0</td><td>0,93</td></tr>
<tr><td>Überwachungskonzept
automatische Brandmeldeanlage mit automatischer Alarmübermittlung an eine ständig besetzte Stelle der öffentlichen Feuerwehr; Eingreifzeit der Feuerwehr kleiner 10 min!</td><td>BS 2 = 2,0</td><td>1,22</td></tr>
<tr><td>Überwachungskonzept mit Werkfeuerwehr
automatische Brandmeldeanlage mit automatischer Alarmübermittlung an ständig einsatzbereite Werkfeuerwehr; Eingreifzeit der Werkfeuerwehr kleiner 3-5 min!</td><td>BS 3 = 3,0</td><td>1,93</td></tr>
<tr><td>Löschanlagenkonzept
automatische Löschanlage mit automatischer Alarmübermittlung an eine ständig besetzte Stelle der Feuerwehr</td><td>BS 4 = 4,0</td><td>3,64</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Tabelle 1: Erläuterungen und Faktoren zur formelmäßigen Abschätzung des kontaminierten Löschwassers und zur Abschätzung einer risikogerechten Brandabschnittsfläche (weitere Hinweise s. Anhang 3).

5 Maßnahmen und Einrichtungen zur Vermeidung und Beherrschung von Schäden durch kontaminiertes Löschwasser

5.1 Grundlagen

Ein ganzheitliches Brandschutz- und Sicherheitskonzept resultiert aus seinen Komponenten des baulichen, des anlagentechnischen, des organisatorischen und des abwehrenden Brandschutzes sowie je nach Nutzung/Betriebsart denen der Anlagen- und Verfahrenssicherheit.

Löschwasser-Rückhaltung stellt einen Teil eines ganzheitlichen Brandschutz- und Sicherheitskonzepts dar.

Die Notwendigkeit zur und die erforderliche Menge der Löschwasser-Rückhaltung wird entscheidend von den einzelnen Komponenten des Brandschutz- und Sicherheitskonzepts beeinflusst:

- Bei gleicher Lagerdichte reduziert die Bildung kleiner Brandabschnitte bzw. die weitere Kapselung/Abtrennung der Potentiale (Stoffe) mittels feuerbeständiger Umfassungen das Löschwasser-Volumen.

- Die Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe reduziert die Brandlast und die Brandausbreitung über das Gebäude und daher den entsprechenden Anteil des Löschwasservolumens.

- Bei Vorhandensein einer entsprechenden abwehrenden brandschutztechnischen Infrastruktur (Interventionszeit, FW-Klasse, Ortskenntnis) kann die Installation einer Brandmeldeanlage durch die frühzeitige Brandentdeckung dessen Umfang und Ausbreitung und damit den erforderlichen Löschwasser-Bedarf positiv (reduzierend) beeinflussen.

- Durch den Einsatz von automatischen (Wasser-) Löschanlagen kann der Brand bereits in der Entstehungsphase und vor Eintreffen der Feuerwehr gelöscht bzw. dessen Ausbreitung gestoppt werden. Für die Brandbekämpfung durch die Feuerwehr wird dann gegenüber einem fortgeschrittenen Brandszenario ohne Löschanlage ein geringerer Löschwasser-Bedarf unterstellt.

- Bei Einsatz einer Löschanlage mit dem Löschmittel Gas oder Pulver bzw. Permanent-Inertisierung kann die Entstehung von Löschwasser weitgehend ausgeschlossen werden, wenn keine Rückzündungsgefahr besteht.

- Der Einsatz von Sonderlöschmitteln (z. B. Schaummittel mit perfluorierten Tensiden) kann unabhängig von der Gefährlichkeit der eingesetzten Betriebsstoffe zu kontaminiertem Löschwasser führen.

- Im Zuge organisatorischer Maßnahmen kann geprüft werden, ob der Ersatz wassergefährdender und/oder brennbarer Stoffe durch unkritische Stoffe zu einer Reduzierung oder einem Verzicht von Löschwasser-Rückhaltemaßnahmen führt.

Wenn das Brandschutz- und Sicherheitskonzept entsprechend o. g. Kriterien überarbeitet oder verändert wurde, empfiehlt es sich, eine erneute Gefahren- und Risikoanalyse zur Abschätzung des Anfalls von Löschwasser gem. Abschnitt 3 durchzuführen.

Schäden durch kontaminiertes Löschwasser können durch organisatorische und bauliche Maßnahmen (s. Abschnitte 5.2 bzw. 5.3) sowie durch technische Einrichtungen (s. Abschnitt 5.4) vermieden werden. In erster Linie sollte geprüft werden, ob organisatorische Maßnahmen ausreichen.

5.2 Organisatorische Maßnahmen und Notfallplanung

Eine qualifizierte Sicherheitsorganisation erstreckt sich auf die Bereiche Prävention, Begleitung im Schadenfall und Nachsorge. Bei einem Schadenfall oder Unfall liegt es in der Verantwortung des Betreibers, die Gefahrenlage zu ermitteln und erforderliche Sofort- und Gegenmaßnahmen einzuleiten. So ist beispielsweise bei Großschadenereignissen die Einrichtung eines Krisenmanagements unter Einbindung der Behörden und Hilfsorganisationen vorzusehen.

Nachstehende Hinweise, die nur eine Auswahl möglicher Kriterien darstellen, sollten geprüft werden. Sie sind auf die besonderen Belange des Betriebes abzustimmen, regelmäßig anzupassen und zu aktualisieren.

- Rücksprache mit der zuständigen Wasserversorgung oder der zuständigen Wasserbehörde nehmen, inwieweit der Betrieb in bzw. in der Nähe eines Trinkwassereinzugsgebietes (Quellen, Pumpwerke) liegt.

- Kanalisationsplan erstellen. Fast in jedem Schadenfall (auch bei einem Brand!) wird ein aktueller Plan mit dem Verlauf der Kanalisationsleitungen gebraucht.

- Prüfen, ob ein Misch- oder Getrenntwasser-Kanalsystem existiert.

- Kanalisation auf Eignung für die Löschwasser-Rückhaltung und auf Dichtheit prüfen.

- Eignung der betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage zur Reinigung kontaminierten Löschwassers prüfen; auf schadenbedingte Ausfallrisiken muss geachtet werden.

- Art der Einleitung klären:
  - Direkteinleitung in Oberflächengewässer
  - Ableitung in Kläranlage
  - Regenüberlaufbecken im Haupt- oder Nebenschluss

- Regelmäßige Prüfung des Zustandes und der Funktionsfähigkeit von Absperreinrichtungen; unverzügliche Beseitigung von erkannten Mängeln.

- Mitarbeiter und Unternehmensfremde (insbesondere auch Speditionsunternehmen, Subunternehmer, feste Dienstleister etc.) durch Information, Schulung und Übungen mit der Gefahrensituation und den Sicherheitsmaßnahmen vertraut machen.

- Prüfung, ob durch die Installation oder den Einbau temporärer Absperrvorrichtungen Löschwasser-Rückhaltevolumen geschaffen werden können (Gefällebereiche, tiefer gelegene Betriebsbereiche, Schwellen, etc.).

- Bei der Festlegung und Einrichtung von Löschwasser-Rückhalte-Maßnahmen müssen mögliche negative Auswirkungen auf die betrieblichen Abläufe sowie auf die Brandbekämpfung berücksichtigt werden (s. Abschnitt 7).

- Erstellung eines Einsatzplans mit den zuständigen öffentlichen Feuerwehren.

- Erstellen eines Planes der Löschwasser-Rückhaltung mit Angabe der Lage, Art und dem Volumen.

- Die betriebseigene Vorhaltung und Bereitstellung von Hilfsgeräten sollten mit der zuständigen Feuerwehr abgestimmt werden. Der Einbau von mobilen Barrieren und Hilfsgeräten muss i. d. R. durch betriebseigenes geschultes Personal erfolgen.

- Dokumentation von Notfallmaßnahmen.

- Alarmierungsprozedere und Meldewege festlegen (zuständige Behörden, Hilfsorganisationen und verantwortliche Betriebsfunktionen).

- Festlegung einer Notfallorganisation (Krisenmanagement, Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten etc.).

- Sicherstellung des Zugriffs auf Hilfs- und Schutzeinrichtungen (Liste der im Notfall erforderlichen Ansprechadressen, sachkundige Untersuchungsinstitute etc.).

- Erstellung eines Alarm- und Gefahrenabwehrplans (sofern gefordert).

- Vorhalten von Kommunikationshilfsmitteln.

- Vorhalten von Hilfsmitteln zur Verhinderung von Gewässerverschmutzungen durch auslaufende Flüssigkeiten sowie zum Schutz der Kanalisation vor schädigenden Stoffen.

- Bereitstellung und Verfügbarkeit von technischem Gerät klären wie
  - Pumpen mit Auffangbehältern,
  - Saugwagen,
  - mobilen Auffangbehältnissen bzw.
  - Absperrmaterialien (Gully-Kissen, Kanalabdichtungen, Löschwasserbarrieren).

- Externe Rückhaltemöglichkeit und/oder kontinuierlichen Abtransport kontaminierten Löschwassers klären.

- Abstimmung mit Entsorgungsunternehmen zur Beseitigung kontaminierten Löschwassers.

Die von der ursprünglichen Planung abweichende Nutzung der betrieblichen Einrichtungen müssen zur Wahrung der Rechtssicherheit mit den beteiligten Behörden abgestimmt und vorab genehmigt werden.

5.3 Bauliche Maßnahmen zur Rückhaltung von kontaminiertem Löschwasser

Für die Löschwasser-Rückhaltung sind selbsttätig wirksame stationäre bauliche Systeme, bei denen ohne zusätzliche Maßnahmen das notwendige Rückhaltevolumen flüssigkeitsdicht zur Verfügung

steht, zu bevorzugen. Dabei sollte eine zentrale Löschwasserrückhaltung gegenüber einer dezentralen Löschwasser-Rückhaltung (unmittelbar im Gebäude bzw. am Entstehungsort) z. B. auch zur Vermeidung einer Behinderung der Feuerwehreinsatzkräfte bevorzugt werden (s. hierzu auch Abschnitte 5.4, 5.5 und 6.1.1).

Bauliche Löschwasser-Rückhaltemaßnahmen sind z. B.:

- Eigens errichtete und mit dem Gebäude ohne Pumpen verbundene Löschwasser-Rückhaltebecken. Besondere Gefahrenbereiche (z. B. Galvanikanlagen, Chemikalienläger) sollten direkt in ausreichend dimensionierten Auffangtassen aufgestellt werden.

- Endkontrollschächte, die in Räumen stehen, die der Löschwasserrückhaltung dienen, sollten feuerwiderstandsfähig ausgebildet werden (keinesfalls aus Kunststoff).

- Innenliegende Fallrohre von Regenabläufen in Räumen, die der Löschwasserrückhaltung dienen, sollten vermieden werden. Wo sie erforderlich sind, sollten sie mindestens bis zur erwarteten Einstauhöhe des Löschwassers feuerfest ausgebildet werden (z. B. einbetonieren).

- Ausbildung der Grundflächen von Gebäuden als Auffangraum (mittels Aufkantungen, Türschwellen, Rampen und Auffangrinnen); dieser muss zusätzlich zu dem gesetzlich vorgeschriebenen Rückhaltevolumen zur Rückhaltung eventuell freigesetzter Lagerflüssigkeiten die anfallende Löschwassermenge im Brandfall aufnehmen können.

- Ausbildung ggf. vorhandener Kellergeschosse oder sonstiger unterirdischer Auffangräume als Stauvolumina für kontaminiertes Löschwasser.

- Ausreichend dimensionierte Rückhaltebecken der Abwasserreinigungsanlage bzw. Regenwasser-Rückhaltebecken.

- Flüssigkeitsdichte Freilagerflächen und Ladezonen mit Gefälle, die gegen den unkontrollierten Ablauf zum Rand hin durch eine umlaufende Aufkantung gesichert sind. Die Entwässerung sollte über eine Sammelgrube mit Notschieber erfolgen.

- Nutzung des vorhandenen Schmutzwasserkanals zur Ableitung von Löschwasser (Sperrbauwerke im Kanalsystem) mit entsprechenden Absperrvorrichtungen.

- Leerstehende Tanks mit entsprechendem Zuleitungssystem. Füllpumpen müssen in ihrer Auslegung und Leistung die erforderlichen Kapazitäten gewährleisten; Funktion und Wirksamkeit müssen regelmäßig geprüft werden.

- Auffangtassen und -wannen zum Zurückhalten von Teilmengen.

- Rinnen oder Rohrleitungen, die das Löschwasser in Rückhalteräume ableiten sollen, müssen feuerwiderstandsfähig ausgeführt und so angelegt und ausgebildet sein, dass sie im Brandfall nicht durch Brandschutt unterbrochen bzw. verstopft werden.

- Sicherheitscontainer mit integrierter Löschwasser-Rückhaltung.

5.4 Technische Einrichtungen zur Rückhaltung von kontaminiertem Löschwasser

Die Löschwasser-Rückhaltung kann durch eine oder die Kombination mehrerer der nachstehend aufgeführten technischen bzw. baulichen Möglichkeiten erreicht werden. Grundsätzlich sind selbsttätig wirksame (z. B. bauliche Lösungen) bzw. automatische (z. B. stationäre Schotts) Rückhaltesysteme zu bevorzugen.

Grundsätzlich werden technische Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen unterschieden,

- die selbsttätig auslösen,
- die von Hand auszulösen sind oder
- die manuell einzusetzen sind.

Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen können stationär installiert sein oder mobil vorgehalten werden.

5.4.1 Selbsttätig auslösende stationäre Einrichtungen

Selbsttätig auslösende stationäre Einrichtungen sind

- stationäre Löschwasserschotts, die in ihren Halterungen fest installiert sind und im Brandfall durch die Detektion von Brandkenngrößen, z. B. von Rauch oder Wärme, automatisch angesteuert werden und selbsttätig in die Absperrposition fahren;

- stationäre Einrichtungen mit Pumpen, die das Löschwasser im Brandfall zu der Rückhalteeinrichtung fördern.

5.4.2 Von Hand auszulösende stationäre Einrichtungen

Von Hand auszulösende stationäre Einrichtungen sind stationäre Löschwasserschotts, die in ihren Halterungen fest installiert sind und durch Handauslösung, d. h. durch Muskelkraft, gespeicherte Energie (Gewichtskraft, Federkraft) oder Hilfsenergie (z. B. elektrisch, hydraulisch, pneumatisch) in die Absperrposition gefahren werden.

5.4.3 Mobile, manuell einzusetzende Einrichtungen

Mobile, manuell einzusetzende Einrichtungen sind:

- Löschwasserschotts, die in der Nähe des Einsatzortes gelagert und von Hand in hierfür am Einsatzort fest installierte Halterungen eingesetzt werden;
- Abdeckklappen für Kanaleinläufe;
- Abdeckhauben und Abdichtkissen (mit Wasser oder Sand gefüllt);
- Magnetfolien;
- Aufblasbare Dichtkissen (z. B. für Kanaleinläufe)
- Mobile Auffangbehälter (Faltbehälter, Container etc.);
- Mehrkammerschläuche als Flüssigkeitssperre.

Die Verwendung von manuell einzusetzenden Löschwasserschotts kann aus sicherheitstechnischer Sicht allenfalls dann empfohlen werden, wenn nachweislich sichergestellt ist, dass die Schotts im Brandfall auch tatsächlich eingesetzt werden können. Hierfür müssen im Vorfeld u. a. die Aspekte Wartung, Funktionsfähigkeit, Zuständigkeit und Zugänglichkeit (brandlastfrei) geklärt sein.

Auf jeden Fall müssen sie gemäß dem Stand der Technik eingebaut und gewartet werden, z. B. gemäß den Richtlinien für Löschwasser-Rückhalteanlagen (VdS 2564-1), Bauteile und Systeme, Anforderungen und Prüfmethoden, Teil 1: Stationäre Löschwasserbarrieren.

Darüber hinaus kann die Verwendung von mobilen Löschwasserbarrieren (z. B. Mehrkammerschläuche, Kanalabdeckungen) aus sicherheitstechnischer Sicht nur eingeschränkt empfohlen werden.

Für die Gewährleistung einer hinreichenden Zuverlässigkeit im Brandfall ist es erforderlich, dass

- mobile, manuell einzusetzende Einrichtungen rechtzeitig in Absperrposition gebracht werden.
- diese funktionsfähig eingebaut werden können. Dieses setzt die ständige Verfügbarkeit hierzu geschulten Personals und ggf. technischen Geräts (z. B. Kompressor oder Druckbehälter) bzw. Platzverhältnisse (mobile Auffangbehälter) vor Ort voraus.
- Mehrkammerschläuche vor dem Einsatz mit Wasser gefüllt wurden. Dieses setzt die ständige Verfügbarkeit einer geeigneten Wasserversorgung (dauerhafter und hinreichend großer Druck) voraus.

5.5 Übergreifende Aspekte zur Installation von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen

Bei der Einrichtung von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen in Produktions- und Lagerbereichen sollte geprüft werden, ob im Brandfall durch aufgestautes Löschwasser mit erhöhten Folgeschäden für Gebäude/Einrichtungen und/oder Betriebsunterbrechungsschäden zu rechnen ist. Eine Löschwasser-Rückhalteanlage außerhalb ist daher ggf. zu bevorzugen.

Für mehrere Brandabschnitte im gleichen Gebäude oder in benachbarten Bauten kann ein zentrales Löschwasser-Auffangbecken gebaut werden. Sein Volumen soll auf den Brandabschnitt bemessen werden, für den das größte erforderliche Löschwasser-Rückhaltevolumen berechnet wurde.

Aus dem erforderlichen Löschwasser-Rückhaltevolumen, den dazu zur Verfügung stehenden Stauflächen und ggf. erforderlichen Zuschlägen durch Einbauten etc. kann die erforderliche Stauhöhe und theoretisch die Höhe der Barrieren ermittelt werden.

An Durchgängen und Durchfahrten sind nach Möglichkeit Rampen so auszulegen, dass das dadurch geschaffene Rückhaltevolumen für eine Löschwasser-Rückhaltung ausreichend ist. Die „Rampenlösung“ kann insbesondere bei Einsatz von automatischen Löscheinrichtungen bereits ausreichend sein.

Sofern die Rampenlösung zur Rückhaltung der theoretisch ermittelten Löschwassermenge nicht ausreichend ist oder aus anderen Gründen nicht verwirklicht werden kann, sollten „Niedrigbarrieren“ vorgesehen werden, die für die Feuerwehr keine größere Behinderung darstellen. Die Höhe dieser Barrieren sollte daher in Absprache mit den Feuerwehren festgelegt werden. So soll ein problemloses Übersteigen im Gefahrenfall ermöglicht werden.

Beim Einsatz von Löschwasserschotts sind möglichst stationäre Lösungen vorzusehen.

6 Anforderungen an Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen

6.1 Grundsätzliche Anforderungen

6.1.1 Allgemeines

Im folgenden sind die grundsätzlichen Anforderungen an Löschwasser-Rückhalteanlagen (s. auch AwSV) beschrieben. Die speziellen Anforderungen an die Einzelkomponenten werden in den „Richtlinien für Löschwasser-Rückhalteanlagen – Anforderungen und Prüfmethoden für Bauteile und Systeme (VdS 2564)" formuliert.

Das Löschwasser-Rückhaltekonzept muss in jedem Fall in die Einsatzpläne der betrieblichen Gefahrenabwehr eingebunden sein, damit im Einsatzfall ein reibungsloser Ablauf erforderlicher Maßnahmen (z. B. kurzfristiger Einsatz von Löschwasserschotts) gewährleistet ist. Für gegebenenfalls im Gefahrenfall notwendige Maßnahmen müssen entsprechend geschultes Personal in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen und die Verantwortlichkeiten festgelegt sein.

Ein Löschwasserrückhaltekonzept sollte darüber hinaus folgende wesentliche Punkte enthalten:

- Beschreibung der Rückhalteeinrichtungen (Dimensionierung, bautechnische Ausführung) einschließlich aller Anlagenteile (Schieber, Pumpen, Klappen usw.).
- Ermittlung des maximalen während des Brandes zurückzuhaltenden Volumens (Löschwasser, Abwasser, Niederschlagswasser aus anderen Bereichen, freigesetzte Chemikalien).
- In Gebäuden und Bereichen, die auch im Falle einer Löschwasser-Rückhaltung für die Feuerwehr zugänglich bleiben müssen, darf eine maximale Stauhöhe von 30 cm nicht überschritten werden. Ausnahmen von dieser Regelung sind im Einzelfall in Abstimmung mit der örtlich zuständigen Gefahrenabwehrbehörde und Feuerwehr möglich.
- Ein hydraulischer Nachweis für Zuleitungskanäle ist erforderlich, wenn dadurch der Nachweis zur Abführung des kontaminierten Löschwasser-Volumens, z. B. in ein zentrales Rückhaltebecken, erbracht werden muss.
- Entwässerungsplan; es ist zu vermeiden, dass kontaminiertes Löschwasser zur Brandausbreitung beiträgt.
- Beschreibung der für den Löschwasseranfall zu bewegenden Sicherheitseinrichtungen (Art der Steuerung, Bedienbarkeit, Stromversorgung, Maßnahmen bei Ausfall, automatische Kontrolle der Funktionsfähigkeit).
- Erforderliche, innerbetriebliche Organisation für eine sichere Rückhaltung. Personen dürfen durch die Inbetriebnahme von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen nicht gefährdet werden. Eine unbeabsichtigte, automatische Inbetriebnahme ohne Vorwarnung ist auszuschließen.
- Umfang und Art der Eigenüberwachung.

6.1.2 Standfestigkeit, Beständigkeit und Dichtheit

Löschwasser-Rückhalteanlagen müssen gegenüber kontaminiertem Löschwasser beständig und dicht ausgeführt sein. Komponenten von Löschwasser-Rückhalteanlagen, die einer möglichen Brandeinwirkung ausgesetzt sind, müssen gegenüber den zu erwartenden Temperatureinwirkungen beständig sein. Zudem müssen sie gegenüber weiteren im Brandfall auftretenden physikalischen und chemischen Belastungen ausreichend beständig und widerstandsfähig sein.

Die Anlagen müssen materialtechnisch so bemessen werden, dass sie die auf sie wirkenden Kräfte aufnehmen können. Je 10 cm Wasserstandshöhe wird ein zusätzlicher Druck von ca. 1 kN/m² auf den Boden ausgeübt. Abhängig von der geplanten Stauhöhe des zurückgehaltenen Löschwassers sind auch die hieraus resultierenden Seitenkräfte auf die Wände zu berücksichtigen.

Löschwasser-Rückhalteanlagen nebst Abdichtungsmitteln müssen auch bei der gegebenenfalls im Brandfall vorliegenden thermischen Belastung flüssigkeitsdicht sein und dem aufgestauten Löschwasser bis zum Zeitpunkt der Entsorgung standhalten.

Durchführungen von Rohrleitungen und Kabeln durch Böden oder Wände von Löschwasser-Rückhalteanlagen, die aus technischen Gründen unvermeidbar sind, müssen flüssigkeitsdicht eingebunden sein. Es sind geeignete Abdichtungsmittel zu verwenden, die auch unter Brandbelastung dicht bleiben.

Durch entsprechende Prüfung ist die Alterungsbeständigkeit der dauerelastischen Dichtwerkstoffe für die Einsatzzeit nachzuweisen. D. h. ihre Zeitstandsdauer ist bei den gegebenen Lagerbe-

dingungen unter Gewährleistung hinreichender Dichtheit, die im Einsatzfall für die vorgesehene Einsatzzeit erforderlich ist, sicherzustellen.

6.1.3 Funktionssicherheit

Zentral angesteuerte Systeme müssen zu jeder Zeit, auch bei Energieausfall, in Schließstellung gebracht werden können. Die Auslösevorrichtungen sind daher mit einem Ruhestrom zu überwachen.

Für die Energieversorgung automatisch angesteuerter Systeme sind zwei voneinander unabhängige Energiequellen erforderlich. Bei Einsatz von selbsttätig wirkenden Systemen, welche z. B. pneumatisch, hydraulisch oder durch Schwerkraft betrieben werden, kann auf eine zweite unabhängige Energieversorgung verzichtet werden.

Halbautomatisch angesteuerte Systeme müssen von zentraler ständig besetzter Stelle ausgelöst werden können.

Das Einsetzen oder Auslösen manuell zu aktivierender Systeme muss durch einfache Bedienung innerhalb von 60 Sekunden möglich sein.

Die Wirksamkeit von Rückhalteeinrichtungen muss unmittelbar nach Branderkennung vor Einleiten der Löschmaßnahmen sichergestellt sein.

Alle Komponenten müssen so konstruiert sein, dass eine Fehlbedienung auszuschließen ist.

Sofern eine Aufschaltung an bereits vorhandene Anlagen des Brandschutzes vorgenommen wird (z. B. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Brandmeldeanlagen, Löschanlagen), sind diese nach dem Stand der Technik auszulegen, z. B. nach den entsprechenden Richtlinien und Empfehlungen des VdS (vgl. Abschnitt 10).

6.1.4 Betriebssicherheit, Handhabbarkeit

Systeme zur Löschwasser-Rückhaltung müssen, unabhängig vom Betriebszustand, den Personenschutz gewährleisten.

Automatisch angesteuerte Systeme müssen fehlalarmsicher ausgeführt sein. Es muss deutlich erkennbar sein, ob sie einsatzbereit oder kurzzeitig außer Betrieb gesetzt sind (z. B. im Falle von Wartungsarbeiten). Sie müssen gegen unbeabsichtigtes oder leichtfertiges Abschalten gesichert sein.

Bei manuell einzusetzenden Barrieren (s. Abschnitt 5.4.3) muss während der Betriebszeiten und im Falle betriebsbedingter Anlagenstilllegungen, ständig Personal in ausreichender Anzahl verfügbar sein, um das mobile Löschwasser-Rückhaltesystem in Betrieb zu nehmen.

Bei manuell zu aktivierenden Systemen ist ein schnelles Auslösen zu gewährleisten. Mobile Schotts müssen schnell, mit wenig Aufwand und ohne Verwechslungsgefahren einsetzbar sein. Abmessungen und Gewichte müssen so bemessen sein, dass Schotts durch maximal zwei Personen ohne weitere Hilfsmittel eingesetzt werden können (Kriterien s. VdS 2564).

Alle Komponenten der Löschwasser-Rückhalteanlage sind gegenüber negativen äußeren Einwirkungen zu schützen und ständig betriebsbereit zu halten.

6.1.5 Explosionsschutz

In explosionsgefährdeten Bereichen sind die Bestimmungen des Explosionsschutzes zu beachten (s. Abschnitt 10).

Kann das Löschwasser mit entzündlichen Flüssigkeiten vermischt werden oder können sich entzündliche Gase bilden, müssen die Anforderungen an den Explosionsschutz (z. B. technische Be- und Entlüftung) berücksichtigt werden. Bei Vorliegen entsprechenden Gefährdungspotentials dürfen zur Rückhaltung und Ableitung kontaminierten Löschwassers keinesfalls unterirdische Gebäudebereiche, Grundstücksentwässerungsanlagen (z. B. werkseigene Kanalisation) sowie sonstige ungeschützte Kanäle und Schächte verwendet werden. Die Nutzung diesbezüglicher Anlagen erfordert einen entsprechenden Eignungsnachweis, der die sichere Beherrschung des Gefährdungspotentials dokumentiert. Ansonsten ist eine außen liegende Löschwasser-Rückhalteanlage zu bevorzugen.

Die Anlagen müssen u. a. gegen elektrostatische Aufladungen, die zu gefährlichen Entladungsvorgängen führen können, gesichert sein. Weiterhin sind die Anlagen durch geeignete Erdungsmaßnahmen gegen die Bildung elektrischer Ausgleichsströme zu schützen, die zur Entstehung zündfähiger Funken führen können.

6.2 Errichtung und Installation von Löschwasser-Rückhalteanlagen

Im folgenden werden Anforderungen an ausgewählte Bauteile, welche für die Planung und den Einbau von Löschwasser-Rückhalteanlagen relevant sind, formuliert (vgl. Abschnitt. 5.1).

Alle Teile einer Löschwasser-Rückhalteanlage und deren Auslöseeinrichtungen sind derart einzubauen, dass sie durch die betriebliche Tätigkeit nicht beschädigt werden. Die Installation ist derart durchzuführen, dass die Zugänglichkeit und Zugriffsmöglichkeit zum Zwecke der Wartung und im Gefahrenfall/Brandfall jederzeit gewährleistet sind.

6.2.1 Löschwasserschotts

Löschwasserbarrieren sind in den Durchgängen und Durchfahrten innen liegend so einzubauen, dass alle Tore und Türen im Brandfall durch die Feuerwehr noch zu öffnen sind.

Böden und Umfassungswände von Gebäudebereichen, die zur Löschwasserrückhaltung vorgesehen sind, sind zu kontrollieren, ob Risse, Dehnfugen, Öffnungen, Durchdringungen etc. im Staubereich vorhanden sind. Diese müssen medienbeständig, wasserdicht und ggf. feuerwiderstandsfähig ausgeführt sein bzw. ertüchtigt oder in Stand gesetzt werden.

Von Hand in stationäre Vorrichtungen einzusetzende Löschwasserschotts sind gut zugänglich in der Nähe des jeweiligen Durchganges oder der Durchfahrt vorzuhalten.

In Zeiten, in denen kein Betriebspersonal anwesend ist, sind manuell zu aktivierende Löschwasserschotts vorsorglich einzusetzen.

Der Aufbewahrungsort von Löschwasserbarrieren muss geschützt und deutlich gekennzeichnet sein. Es ist zu gewährleisten, dass die Entnahme und Handhabung der mobilen Löschwasserbarrieren gefahrlos erfolgen kann.

Die Aufbewahrung der Schotts muss so erfolgen, dass sie gegen Beschädigungen gesichert werden (z. B. Anfahrschutz) und Dichtungen nicht aufsitzen oder aufliegen.

6.2.2 Rohrleitungen und Kanalisationsnetze

Müssen in Einzelfällen, insbesondere bei bestehenden Anlagen, Teile der Grundstücksentwässerungsanlage oder weiterer Rohrleitungen zur Ableitung von Löschwasser in Auffangeinrichtungen benutzt werden, so ist die Dichtheit der betroffenen Kanal-/Rohrleitungsabschnitte nachzuweisen. Für den Teil des Kanal-/Rohrleitungsnetzes, der für die Löschwasserableitung benutzt wird oder Bestandteil der Rückhalteanlage ist, muss der Betreiber sicherstellen, dass dieser im Einsatzfall unmittelbar und dicht gegenüber dem restlichen Teil der Kanalisation oder des Rohrleitungsnetzes abgesperrt werden kann, ohne an den Einleitestellen einen gefährlichen Rückstau in die angeschlossenen Anlagen zu verursachen.

Dient die zur Ableitung von Löschwasser in eine Rückhalteeinrichtung genutzte Kanalstrecke gleichzeitig zur Ableitung von betrieblichen Abwässern, so ist dies bei der Auslegung und Bemessung der angeschlossenen Rückhaltevolumina zu berücksichtigen.

Der Einlauf in die Rohrleitung oder Kanalisationsleitung muss so gestaltet sein, dass Brandgut und sonstige Grobteile den Einlaufstutzen nicht verschließen und in die Leitung gelangen können. Dazu können Tauchrohre oder Einlaufbauwerke mit Grobrechen verwendet werden.

Die Ableitung von Löschwasser, das mit brennbaren Flüssigkeiten vermischt sein kann, über Teile der Grundstücksentwässerungsanlage in entsprechende Rückhalteeinrichtungen ist nur zulässig, wenn durch geeignete Maßnahmen sichergestellt ist, dass innerhalb des genutzten Kanalabschnittes keine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.

6.2.3 Absperreinrichtungen

Absperreinrichtungen, die in Rohrleitungen zur Ableitung von kontaminiertem Löschwasser eingebaut sind, müssen grundsätzlich geschlossen und so gesichert sein, dass sie nur bei Anfall von Löschwasser geöffnet werden. Abhängig vom betrieblichen Brandschutzkonzept muss die Absperreinrichtung bei Anfall des Löschwassers automatisch öffnen oder von ungefährdeter Stelle aus von Hand geöffnet werden können. Absperreinrichtungen sind nach DIN 4066 zu kennzeichnen und in die Feuerwehrpläne gemäß DIN 14095 Teil 1 aufzunehmen.

Bei erdverlegten Rohrleitungen müssen Absperrarmaturen durch gut zugängliche, sichtbare Anzeigevorrichtungen gekennzeichnet werden. Lösbare Verbindungen und Armaturen sind in überwachten, dichten Kontrollschächten anzuordnen.

Wird das Kanalisationsnetz als Löschwasser-Rückhalteanlage benutzt, sind an den Sperrbauwerken im Bereich der Absperrschieber Möglichkeiten für die Probenahme vorzusehen.

6.2.4 Fördereinrichtungen

Wird zur Förderung des Löschwassers zur Löschwasser-Rückhalteanlage eine Fördereinrichtung, z. B. eine Pumpe, benutzt, ist ein Einlaufbauwerk

mit einem Grobrechen, einer Absetzkammer und einer Saugkammer vorzusehen. Die Fördereinrichtung ist ortsfest zu installieren oder es ist durch den Betreiber sicherzustellen, dass durch geschultes und regelmäßig unterwiesenes Personal eine mobile Einrichtung zeitnah aufgebaut werden kann. Ihre Funktionsfähigkeit, Ansteuerung und Energieversorgung ist auch im Brandfall sicherzustellen. Die Fördereinrichtungen sind so auszulegen, dass auch unter ungünstigen Bedingungen die notwendige Fördermenge sichergestellt ist.

Für den Betrieb von Fördereinrichtungen muss eine gesicherte Energieversorgung auch im Brandfall gewährleistet sein.

Die Fördereinrichtungen können je nach Konzept manuell oder automatisch angesteuert werden. Die Möglichkeit des manuellen Ein- und Ausschaltens von ungefährdeter Stelle muss gegeben sein. Es darf beim Einsatz von Fördereinrichtungen nicht zu einem Überfüllen der Löschwasser-Rückhalteanlage kommen. Durch eine geeignete Füllstandsüberwachung muss automatisch eine Warnung erfolgen, die ein Einleiten weitergehender Maßnahmen ermöglicht.

6.2.5 Auffangräume und Rückhaltebecken

Grundsätzlich wird die Abführung des Löschwassers in außerhalb von Produktions- und Lagerbereichen liegende Becken oder Behälter empfohlen, wobei Löschwasserbarrieren durchaus unterstützend eingesetzt werden können. Angeraten ist dies auf jeden Fall bei brennbaren Flüssigkeiten, damit diese rasch aus dem Brandherd entfernt werden (s. auch Abschnitte 5.3 und 5.4). Dabei ist darauf zu achten, dass Ableitungsrohre auch im Brandfall funktionsfähig bleiben und nicht verstopfen.

Brandgut und Löschwasser sollten nicht in angrenzende Brandabschnitte eindringen, es sei denn, diese sind ausdrücklich als Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen vorgesehen und eingerichtet.

Vorgeschriebene Auffangräume (z. B. für wassergefährdende Stoffe) können als Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen mitbenutzt werden. In diesen Fällen muss neben dem vorgeschriebenen Fassungsvermögen der Auffangräume für Stoffaustritt ein ausreichender zusätzlicher Freiraum zur Aufnahme des Löschwassers bzw. des Löschschaums vorhanden sein. I. d. R. ist ein zusätzliches 30 cm höheres Auffangvolumen erforderlich.

Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen dürfen nur dann als Auffangraum für die Rückhaltung eventuell auslaufender gelagerter Flüssigkeiten eingesetzt werden, wenn zusätzlich die gesetzlichen Anforderungen an Auffangräume (z. B. hinsichtlich Materialbeschaffenheit, Dichtheit) erfüllt sind.

Bei der Rückhaltung von Löschwasser mit Bestandteilen von nicht mit Wasser mischbaren brennbaren Flüssigkeiten ist zur Vermeidung einer Brandausbreitung eine stationäre Beschäumungsanlage im Auffangraum vorzusehen.

Auffangräume und Löschwasser-Rückhaltebecken sind so anzuordnen oder einzurichten, dass eine Überfüllung rechtzeitig erkannt wird und weitergehende Maßnahmen eingeleitet werden können.

6.2.6 Behälter

Bei der Verwendung von stationären und mobilen Behältern zur Löschwasser-Rückhaltung sind bezüglich der Aufstellung die Anforderungen gemäß den bau-, wasser- und gefahrgutrechtlichen Vorschriften zu berücksichtigen.

Die Behälter sind mit Be- und Entlüftungseinrichtungen auszurüsten, die für den maximalen Zu- und Abführungsvolumenstrom ausgelegt sind.

Zur Rückhaltung brennbarer Flüssigkeiten, die bei Normaltemperaturen explosionsfähige Gas-Luft-Gemische bilden können, oder von Stoffen, die brennbare Gase entwickeln können, sind die Entlüftungseinrichtungen explosionsgeschützt auszulegen und mit einer Flammenrückschlagsicherung zu versehen. Mögliche stationäre Entgasungseinrichtungen dürfen nicht mit entsprechenden betrieblichen Installationen zusammengeführt werden. Die komplette stationäre Entgasungseinrichtung muss explosionsgeschützt ausgelegt werden. Grundsätzlich sind die Explosionsschutz-Richtlinien zu beachten.

6.2.7 Ansteuerung im Brandfall

Erfolgt die Ansteuerung der automatischen Löschwasser-Rückhalteeinrichtung im Brandfall über eine Brandmeldezentrale, muss das Branderkennungsteil den Anforderungen für automatische Brandmeldeanlagen, z. B. gemäß VdS 2095, entsprechen.

Als Detektion zur Ansteuerung der Schließmechanismen eignen sich die Brandkenngrößen Rauch, Wärme oder Flammen.

Die automatische Ansteuerung sollte über zwei Linien/zwei Melder-Abhängigkeit erfolgen, um Fehlauslösungen weitgehend auszuschließen.

6.2.8 Bodenausführung

Der Boden von Löschwasser-Rückhalteräumen und Löschwasser beaufschlagten Bereichen ist stabil und flüssigkeitsdicht auszuführen.

Der Boden ist mit umfassenden Ablaufrinnen oder Aufkantungen zu sichern, so dass Flüssigkeiten aus Leckagen oder Löschwasser nicht unkontrolliert wegfließen können. Sofern das Löschwasser nicht in den Lager- bzw. Produktionsbereichen selbst zurückgehalten werden soll, sollte ein gerichtetes Gefälle mit ggf. vorhandenen Drainagen vorgesehen werden. Die Drainagen sind auf den zu erwartenden Löschwasseranfall zu bemessen, und das kontaminierte Löschwasser ist ohne Rückstau in Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen abzuleiten.

6.3 Prüfung und Instandhaltung

6.3.1 Abnahme und Unterlagen

Der Errichter hat bei der Übergabe an den Betreiber die Funktionsfähigkeit der Löschwasser-Rückhalteanlage nachzuweisen. Bei der Abnahme müssen dem Betreiber folgende Unterlagen vorliegen:

- Dokumentation der baulichen und technischen Ausführung;
- Installationsattest;
- Betriebsanleitung;
- Prüf- und Wartungsanleitung.

Die Aufstellungsorte und Auslöseeinrichtungen für die Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen sind in den Feuerwehrplänen zu kennzeichnen.

6.3.2 Installationsattest

Das vom Errichter zu erstellende Installationsattest muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Name und Anschrift des Betreibers;
- Name und Anschrift des Errichters;
- Datum der Installation;
- Lage der Löschwasser-Rückhalteanlage (Lager-, Gebäude- oder Bereichsbezeichnung);
- Bauart/Typ;
- Abmessungen und Volumen;
- Funktionsbestätigung (Datum, Unterschrift/ Stempel des Betreibers sowie des Errichters).

6.3.3 Betriebs- und Wartungsanleitung

Für alle technischen Einrichtungen zur Löschwasser-Rückhaltung ist eine verständliche Betriebs- und Wartungsanleitung vorzulegen. Die Wartungs- und Prüfintervalle müssen hierin festgelegt sein.

6.3.4 Schulung

Das Personal muss über die Funktionsweise und den Einsatz manuell zu aktivierender Systeme unterwiesen und geschult sein. Die Unterweisungen und Schulungen sind regelmäßig mindestens jährlich zu wiederholen. Die Teilnahme ist durch die Beschäftigten schriftlich zu bestätigen.

6.3.5 Prüfung und Wartung

Automatisch angesteuerte Systeme sind in Verbindung mit den zugelassenen Brandmeldeanlagen gemäß den hierfür vorgegebenen Intervallen regelmäßig zu prüfen sowie in die Wartungs- und Instandhaltungspläne einzubeziehen. Eine Überprüfung der Löschwasserrückhaltung hat alle 5 Jahre durch einen VAwS-Sachverständigen (gemäß TRwS 779) zu erfolgen.

Manuell in Betrieb zu setzende Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen sind regelmäßig mindestens monatlich auf Funktionsfähigkeit zu prüfen, damit sie im Gefahrfall einsatzbereit sind. Prüfungen sind gemäß der vom Hersteller bzw. Errichter erstellten Wartungsanleitung durchzuführen. Die Verantwortung für die Einhaltung der Prüf- und Wartungsintervalle liegt beim Betreiber.

Ebenso muss der ordnungsgemäße bauliche Zustand der Löschwasser-Rückhalteanlage regelmäßig überprüft werden. Hierfür genügt eine Sichtprüfung der Oberfläche sämtlicher Teile und Flächen, die im Einsatzfall mit Löschwasser beaufschlagt werden. Werden Mängel festgestellt, z. B. aufgrund von Ablösungen im Fugenbereich oder aufgrund von Setzungen, sind weitere Untersuchungen erforderlich. Verbindungen, Dichtungen und andere Verschleißteile sind nach den Empfehlungen des Herstellers regelmäßig auszutauschen bzw. zu erneuern.

Die Kontroll- und Wartungsarbeiten sind in einem Betriebstagebuch zu protokollieren. Mängel sind umgehend zu beheben.

7 Maßnahmen im Schadenfall

Um weitergehende Schäden während und nach Freisetzung kontaminierten Löschwassers zu verhindern, sollten folgende Maßnahmen getroffen werden.

Sofortmaßnahmen:

- Außerbetriebnahme und ggf. Entleeren von betroffenen Produktionsanlagen, Tanks, Lagerbehältern etc.;
- Sicherung und Stilllegung der Schadenquellen;
- Verhinderung der Schadensausweitung, z. B. durch Barrieren, mobile Behälter, Aufnehmen bzw. Abstreuen mit Bindemitteln;
- Meldung an die zuständigen Behörden und an den Versicherer.

Weitere Maßnahmen:

- Einschaltung eines sachkundigen Untersuchungsinstitutes;
- Veranlassung von Probenahmen und Untersuchungen;
- Sichern und Absperren des Schadenbereiches gegen das Betreten von Unbefugten;
- Abschätzung des Gefährdungsausmaßes (z. B. Ausdehnung der Verunreinigung, Gefährdung von Boden und Grundwasser, oberirdischen Gewässern, der Wasserversorgung, der Kanalisation bzw. der kommunalen Kläranlage und Brand- oder Explosionsgefahr);
- Entfernen örtlich begrenzter und leicht zugänglicher Verunreinigungen;
- Fernhalten des Niederschlagswassers vom verunreinigten Boden, z. B. durch Abdecken mit Folie.

Maßnahmen nach Entsorgung des Löschwassers:

- Reinigung der ggf. zur Rückhaltung benutzten Kanalisation;
- Prüfung der Funktion der eingesetzten technischen Hilfsmittel;
- Auswertung des Schadenereignisses; Überprüfung und ggf. Anpassung des Sicherheits- und Notfallkonzeptes.

8 Analytik und Entsorgung von verunreinigtem Löschwasser

Brände in Industriebetrieben können große Mengen unterschiedlich stark verunreinigter Löschwässer verursachen. Beispielhaft kann unterschieden werden zwischen

- **nicht oder gering verunreinigten Löschwässern** (Grenzwerte der Indirekteinleiter-Verordnung werden unterschritten), die eine gefahrlose Ableitung in die öffentliche Kanalisation ermöglichen, da die kommunale Kläranlage sowohl qualitativ als auch quantitativ ohne Ankündigung und gesonderte Maßnahmen zur Behandlung geeignet ist.

- **gering bis mäßig verunreinigten Löschwässern** (Grenzwerte der Indirekteinleiter-Verordnung werden nicht wesentlich überschritten), die eine Ableitung in die öffentliche Kanalisation und Entsorgung über die kommunale Kläranlage ermöglichen, allerdings eine vorherige Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde und dem Betreiber von Kanalisation und Kläranlage zu empfehlen ist.

- **erheblich verunreinigten Löschwässern**, die aufgrund ihrer Zusammensetzung die biologische Reinigungsstufe der kommunalen Kläranlage schädigen können und ohne Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde und dem Kläranlagenbetreiber und ggf. einer Vorreinigung/ Vorbehandlung vor Ort nicht in die öffentliche Kläranlage abgeleitet werden dürfen.

- **stark verunreinigten Löschwässern**, die aufgrund ihrer Zusammensetzung zwingend einer Vorreinigung/Behandlung bedürfen, die vor Ort oder in geeigneten Behandlungsanlagen – betriebseigene Abwasserbehandlungsanlage, geeignete Abwasserbehandlungsanlagen benachbarter Unternehmen, Behandlungsanlagen bei Entsorgern oder Kommunen etc. – durchgeführt werden kann.

Zur Beurteilung der Gefährlichkeit des kontaminierten Löschwassers und zur Festlegung einer risikogerechten Entsorgung muss eine Schadstoffanalyse durchgeführt werden. Auch bei gering verunreinigtem Löschwasser ist eine Abstimmung mit den zuständigen Behörden, dem Kanalbetreiber, dem Kläranlagenbetreiber und dem Versicherer dringend anzuraten. Ggf. muss die zuständige Wasserbehörde eine Genehmigung zur Einleitung erteilen.

Einfache Analyseverfahren wie Bestimmung von Summenparametern können i. d. R. bereits ausreichende Erkenntnisse zur geordneten Entsorgung des kontaminierten Löschwassers liefern.

Für die rasche „vor-Ort"-Analytik hat sich beispielsweise die Bestimmung des pH-Wertes, der elektrischen Leitfähigkeit, des spektralen Absorptionskoeffizienten SAK 254 nm, des chemischen Sauerstoffbedarfs CSB und des Leuchtbakterientests Toxizität GL-Wertes als geeignet herausgestellt.

Für eine hinreichende Charakterisierung der Löschwässer können darüber hinaus ggf. noch die Bestimmung von AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen), TOC (gesamter organisch gebundener Kohlenstoff) und BSB_5 (biologischer Sauerstoffbedarf) sinnvoll sein.

9 Glossar

9.1 Begriffsbestimmungen

Abbrandgeschwindigkeit
Die Abbrandgeschwindigkeit beschreibt die maximale Ausbreitungsgeschwindigkeit der Verbrennungszone in Feststoffen. Ähnlich der Brennzahl ist die Abbrandgeschwindigkeit ein Kriterium für das Brandverhalten.

Die Abbrandgeschwindigkeit beschreibt auch den stationären Abbrand eines Explosivstoffs. Sie wird in [mm/s] oder [m/s] angegeben.

Baustoffklasse (BSK)
Die Baustoffklasse ist die bauaufsichtliche Benennung von Baustoffen und Bauteilen entsprechend ihrem Brandverhalten in nichtbrennbare und brennbare Stoffe. Danach unterscheidet man nach DIN 4102 zwischen der Baustoffklasse A und der Baustoffklasse B. In Baustoffklasse A sind nicht brennbare Baustoffe, in Baustoffklasse B brennbare Baustoffe eingeteilt.

Die nationale Klassifizierung nach DIN 4102-1 wird zunehmend durch die europäische Klassifizierung nach DIN EN 13501-1 abgelöst. Diese beinhaltet eine größere Vielfalt von Klassen und Kombinationen. So werden zum Brandverhalten auch Brandnebenerscheinungen (Rauchentwicklung sowie brennendes Abtropfen/Abfallen) klassifiziert. Eine Gegenüberstellung der Klassifizierungen findet sich u.a. im Anhang D der GDV-Publikation Brandschutz im Betrieb (VdS 2000).

Brandabschnitte
Ein Brandabschnitt wird von einem oder mehreren Gebäuden, Gebäudeabschnitten oder Lägern im Freien gebildet, die untereinander keine, jedoch zu anderen Gebäuden, Gebäudeabschnitten oder Lägern eine räumliche oder bauliche Trennung aufweisen.

Räumliche Brandabschnittstrennung
liegt vor, wenn der (brandlastfreie) Abstand zwischen Gebäuden oder Lägern nichtbrennbarer Stoffe im Freien mindestens 5 m beträgt. Für Läger brennbarer Stoffe im Freien ist ein Mindestabstand von 20 m erforderlich.

Bauliche Brandabschnittstrennung
liegt vor, wenn Gebäude, Gebäudeabschnitte oder Läger durch eine Brandwand nach diesem Merkblatt getrennt sind. Hierbei sind die Anforderungen an Brandwände zu berücksichtigen, die z. B. in der DIN 4102 sowie der GDV-Publikation "Brand-und Komplextrennwände (VdS 2234)" beschrieben sind.

Brandabschnittsfläche
Die Fläche, die durch räumliche oder bauliche Unterteilungen gemäß den Anforderungen an eine Brandabschnittstrennung (s. Brandabschnitte) gebildet wird.

Brandfolgeprodukte
Stoffe, die sich erst durch Brandeinwirkung (z. B. Schwelbrand, unvollständige Verbrennung, Reaktion in der Gasphase) bilden.

Brandgefahr/-gefährdung
Eine Brandgefahr ist die Möglichkeit, dass aufgrund der Entstehung oder Ausbreitung eines Brandes und damit einhergehender Folgen wie Wärme oder Brandrauch die Sicherheit von Personen, Sachwerten oder die Umwelt beeinträchtigt wird.

Brandgefahrenklassen
Brandgefahrenklassen im Sinne dieser Leitlinien dienen der Einstufung der Stoffe hinsichtlich ihrer Brennbarkeit. Für die brandbezogene Gefährlichkeit eines Stoffes werden 3 Klassen (F1 bis F3) unterschieden (s. Anhang A2.2).

Brandzersetzungsprodukte
Thermische Zersetzungsprodukte vorhandener Stoffe bei vollständiger bzw. unvollständiger Verbrennung.

Dioxine
Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF) sind zwei Gruppen von chemisch ähnlich aufgebauten chlorierten organischen Verbindungen. Sie werden im allgemeinen Sprachgebrauch

und teilweise auch in der Literatur als Dioxine zusammengefasst.

Dioxine entstehen als Nebenprodukte bei der Herstellung chlororganischer Chemikalien oder bei Verbrennungsreaktionen.

Die giftigste Einzelverbindung unter den Dioxinen, das sogenannte „Seveso Dioxin" (2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin, kurz 2,3,7,8-TCDD) wird oft als der giftigste je vom Menschen hergestellte Stoff bezeichnet. Die akute Giftigkeit der übrigen polychlorierten Dibenzodioxine und Dibenzofurane wird relativ zu 2,3,7,8-TCDD angegeben. Polychlorierte Dioxine und Furane können bereits in geringen Mengen die Entstehung von Krebs aus vorgeschädigten Zellen fördern.

Als langlebige organische Schadstoffe werden sie in der Umwelt kaum abgebaut, Spuren von polychlorierten Dioxinen und Furanen kommen überall auf der Welt vor. Über die Nahrungskette reichern sie sich in lebenden Organismen an. Der Mensch nimmt Dioxine vor allem über tierische Nahrungsmittel (Fisch, Fleisch, Eier, Milchprodukte) auf.

Flammpunkt
Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen bei Normaldruck brennbares Gas oder brennbaren Dampf in solcher Menge abgibt, dass bei Kontakt der Gasphase mit einer wirksamen Zündquelle sofort eine Flamme auftritt.

Gefahrdrohende Menge
Die Menge an kontaminiertem Löschwasser, bei deren Freisetzung eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern mit entsprechenden Schadenfolgen zu besorgen ist (s. auch § 62 WHG).

Gefahren- und Risikoanalyse
Die Gefahren- und Risikoanalyse im Sinne dieser Leitlinie geht über die herkömmliche Gefährdungsbeurteilung und somit den Mitarbeiterschutz hinaus. Sie betrachtet im vorliegenden Fall insbesondere die Sach- und Umweltgefährdungen, die durch kontaminiertes Löschwasser entstehen können.

Gefährliche Stoffe/Schädliche Stoffe
Gefährliche Stoffe sind Stoffe, Stoffgemische und Waren, die infolge eines Brandfalles eine besondere Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen. Hierzu gehören zunächst alle Stoffe, die als wassergefährdend eingestuft sind.

Darüber hinaus gelten als gefährliche Stoffe im Sinne dieser Richtlinie aber auch alle brennbaren und explosionsfähigen Stoffe, die oder deren Verbrennungsprodukte

- für Mensch, Fauna oder Flora giftig sind (toxische Stoffe) oder
- Wasser, Luft oder Boden gefährden können (ökotoxische Stoffe).

Gefährliche/Schädliche Eigenschaften
Gefährliche/schädliche Eigenschaften im Sinne dieser Leitlinien sind

- Wassergefährdung,
- Brennbarkeit,
- Explosionsgefahr,
- Toxizität sowie
- Ökotoxizität,

da hierdurch im Brandfall eine Gefahr für Mensch, Flora, Fauna und Umwelt hervorrufen kann.

Gefahrstoffe/Schadstoffe
Gefahrstoffe sind gemäß § 3 Abs. 1 GefStoffV die in § 19 Abs. 2 ChemG bezeichneten Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, nämlich

- gefährliche Stoffe und Zubereitungen nach § 3a sowie Stoffe und Zubereitungen, die sonstige chronisch schädigende Eigenschaften besitzen,
- Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind,
- Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe oder Zubereitungen nach a) oder b) entstehen oder freigesetzt werden können, sowie
- Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können.

Schadstoffe im Sinne dieser Leitlinien können darüber hinaus Stoffe oder Stoffgemische (Reinstoff, Produkt, Erzeugnis, Rückstand, Reststoff, Abfall) sein, die bei Eintrag in Ökosysteme oder Aufnahme durch lebende Organismen oder an Sachgütern nachteilige Veränderungen hervorrufen können.

GL-Wert
Im Leuchtbakterientest bestimmte Toxizität einer Probe.

Die Bestimmung des GL-Wertes ist die DIN-konforme Bestimmung der Toxizität einer Probe. Der GL-Wert bezeichnet die Verdünnungsstufe G einer Probe, in der die Lichtemission der Leuchtbakterien um weniger als 20% gehemmt wird. Die Verdünnungsstufe G bezeichnet die Verdünnung der Probe im Test. So ergibt ein Teil unverdünnter Probe plus

ein Teil Bakteriensuspension eine Verdünnung im Test von 1:2. Dies entspricht dem G-Wert G2. Eine 1:2 Verdünnung der Probe hat im Test den G-Wert G4 etc. Die Höhe des GL-Wertes ist das Maß für die Toxizität der Probe im Leuchtbakterientest.

HBV-Anlage
Anlage zum Herstellen, Behandeln oder Verwenden von wassergefährdenden Stoffen.

Heizwert
Der Heizwert ist die bei der Verbrennung einer definierten Menge Brennstoff maximal nutzbare Wärmemenge, bei der es nicht zu einer Kondensation des im Abgas vorhandenen Wasserdampfs kommt.

Lagerarten
Nach der Art der Lagerung und des Bautyps eines Lagers werden unterschieden:

- Blocklager: Stückgüter, blockartig mit oder ohne Paletten, in der Regel mehrlagig gestapelt;
- Regallager: Stückgutlager mit Regalen;
- Hochregallager: Regallager höher als 7,5 m Oberkante Lagergut;
- Schüttgutlager: Lagerung in loser Schüttung;
- Tanklager: Lagerung in ortsfesten Behältern;
- Fass-/Gebindelager: Lagerung in ortsbeweglichen Behältern.

Lagertypen
- Lager in Gebäuden:
  Durch Fassaden und Dach/Decke begrenzt
- Lager im Freien:
  - Überdachtes Lager:
    Nur durch Dach begrenzt;
  - Membranhüllenlager:
    Zelte oder Traglufthallen;
  - Freiluftlager:
    Lager ohne Witterungsschutz.

Lagerabschnitte
Ein Lagerabschnitt ist der Teil des Lagers, der

- in Gebäuden von anderen Räumen durch Wände und Decken,
- im Freien durch entsprechende Abstände oder durch Wände

getrennt ist.

LAU-Anlage
Anlage zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen.

Löschwasser
Im Sinne dieser Leitlinien handelt es um Wasser aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung, Oberflächengewässern, Löschwasserbecken etc., das im Brandfall als Löschmittel oder zu Kühlzwecken eingesetzt wird.

Löschwasserbarrieren
Sperren, die zur Vermeidung des unkontrollierten Auslaufens von kontaminiertem Löschwasser aus Öffnungen von baulichen Anlagen (z. B. Türen, Tore) dienen. Man unterscheidet:

- **Stationäre Löschwasserbarrieren**
  Löschwasserbarrieren, die am Einsatzort fest installiert sind.

- **Selbsttätig auslösende stationäre Barrieren**
  Stationäre Löschwasserbarrieren, die im Brandfall durch die Detektion von Brandkenngrößen, z. B. von Rauch oder Wärme, automatisch angesteuert werden und selbsttätig in die Absperrposition fahren.

- **Von Hand auszulösende stationäre Barrieren**
  Stationäre Löschwasserbarrieren, die in ihren Halterungen fest installiert sind und durch Handauslösung, d. h. durch Muskelkraft, gespeicherte Energie (Gewichtskraft, Federkraft) oder Hilfsenergie (z. B. elektrisch, hydraulisch, pneumatisch) in die Absperrposition gefahren werden.

- **Manuell einzusetzende stationäre Barrieren**
  Stationäre Löschwasserbarrieren, die in Nähe des Einsatzortes gelagert und von Hand in hierfür am Einsatzort fest installierte Halterungen eingesetzt werden.

Löschwasser-Rückhaltung
Alle Maßnahmen, die dazu geeignet sind, das bei einer Brandbekämpfung anfallende Löschwasser am unkontrollierten Abfließen zu hindern, zu sammeln und zeitlich befristet zurückzuhalten.

Unter dezentraler Löschwasser-Rückhaltung wird eine Rückhaltung unmittelbar am Entstehungsort oder im betroffenen Gebäude verstanden. Unter einer zentralen Löschwasser-Rückhaltung versteht man die Rückhaltung in einem außerhalb der Betriebsanlagen befindlichen Auffangraum bzw. Rückhaltebecken.

Löschwasser-Rückhalteanlagen
Offene oder geschlossene Becken, Gruben oder sonstige anders genutzte Flächen und Räume einschließlich der sicherheitsrelevanten Ausrüstung, wie z. B. Löschwasserbarrieren sowie Behälter und sonstige Einrichtungen, z. B. Teile eines Kanalisationssystems, die dazu bestimmt und geeignet sind, verunreinigtes Löschwasser bis zum Zeitpunkt der ordnungsgemäßen Entsorgung aufzunehmen.

Die Löschwasser-Rückhalteanlagen können ihrer Funktionsweise entsprechend unterteilt werden in:

- **Selbsttätig wirksame Anlagen**
  Bauliche Maßnahmen, die eine Löschwasser-Rückhaltung sicherstellen, ohne dass weitere Maßnahmen erforderlich sind.

- **Automatisch angesteuerte Anlagen**
  Nach der Detektion einer Kenngröße, wie z. B. Rauch oder Wärme, werden die Systeme automatisch angesteuert und halten das Löschwasser zurück und/oder gewährleisten einen Transport zu einem entsprechenden Rückhaltebecken.

- **Manuell zu aktivierende Anlagen**
  Im Gefahrenfall müssen diese Systeme manuell ausgelöst oder von Hand in eine entsprechende Position gebracht werden, um das Auslaufen von Löschwasser zu vermeiden oder den Transport in ein Rückhaltebecken sicherzustellen.

Löschwasserkontamination
Boden-, Grundwasser- bzw. Gewässerverunreinigungen, die durch Löschwasser verursacht werden.

Löschwasserschaden
Schäden, die an der Umwelt, an Gebäuden oder anderen Sachwerten durch Löschwasser entstehen können.

Ökotoxische Stoffe
Ökotoxische Stoffe im Sinne dieser Leitlinien sind Stoffe, Stoffgemische und Waren, die selbst oder deren Verbrennungsprodukte eine Gefahr für die Umwelt darstellen und Wasser, Luft oder Boden schädigen können.

Neben den Stoffen mit Wassergefährdungspotential, sind als ökotoxische Stoffe im Sinne dieser Definition, Stoffe mit Luftgefährdungspotential zu berücksichtigen, wie

- komprimierte giftige Gase, welche eine unmittelbare Bedrohung darstellen und einen Löscheinsatz beeinträchtigen.

- Stoffe, die im Falle eines Feuers signifikante Mengen von giftigen, schwer abbaubaren Produkten freisetzen können, wodurch eine Kontaminierung der Umgebung entsteht, die sehr umfangreiche Dekontaminierungsmaßnahmen erforderlich machen.

- Stoffe, die im Falle eines Feuers signifikante Mengen von giftigen Substanzen freisetzen, die zu einer Kontaminierung der Umgebung führen, die einfache, örtlich begrenzte Dekontaminierungsmaßnahmen erforderlich machen.

Pyrolyse
Pyrolyse (von griechisch: pyr = Feuer, lysis = Auflösung) ist die Bezeichnung für die thermische Spaltung organischer Verbindungen unter Sauerstoffmangel.

Pyrolyseöl
Pyrolyseöl ist eine dunkelbraune Flüssigkeit, die durch Pyrolyse von Biomasse bei Temperaturen von zirka 500°C entsteht. Pyrolyseöl besteht aus einer Vielzahl von Oxo-Komponenten wie Carbonsäuren, Phenolen, Aldehyden und Ketonen. Dabei lassen sich mehrere hundert Verbindungen nachweisen, die teils monomer als auch als polymere Ligninkomponenten vorliegen.

R- und S-Sätze
(nach GHS-System künftig H- und P-Sätze)
R- und S-Sätze („Risiko- und Sicherheitssätze", engl. „risk and safety") sind kodifizierte Warnhinweise zur Charakterisierung der Gefahrenmerkmale von Gefahrstoffen, also Elementen und Verbindungen sowie daraus hergestellten gefährlichen Zubereitungen. Sie sind zusammen mit den Gefahrenbezeichnungen und den jeweils dazu gehörenden Gefahrensymbolen die wichtigsten Hilfsmittel für die innerhalb der EU vorgeschriebene Gefahrstoffkennzeichnung.

Die R-Sätze sind der Ausgangspunkt bei der Einstufung eines gefährlichen Stoffes. Liegen diese fest, so ergeben sich daraus sowohl die hierzu erforderlichen Gefahrenbezeichnungen mit Gefahrensymbolen als auch die nötigen S-Sätze.

Das global harmonisierte System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS) ersetzt zunehmend diese Gefahrstoffkennzeichnung und ist für Stoffe bereits rechtskräftig. Für Gemische (zuvor „Zubereitungen" genannt) gilt eine Übergangsfrist bis zum 1. Juni 2015, bis zu der noch die Kennzeichnung mit den Gefahrensymbolen und R-/S-Sätzen gilt. Nach GHS eingestufte Stoffe und Gemische werden mit GHS-Gefahrenpiktogrammen und H- und P-Sätzen gekennzeichnet.

Die H-Sätze (Hazard Statements) beschreiben Gefährdungen (engl. „hazard"), die von den chemischen Stoffen oder Zubereitungen ausgehen. Die P-Sätze (Precautionary Statements) geben Sicherheitshinweise (engl. „precaution") im Umgang damit.

Stauhöhe
Stauhöhe ist die Höhe, welche durch die errechnete kontaminierte Löschwassermenge bei einer Rückhaltung auf der Grundfläche eines Gebäudes entstehen kann. Nicht berücksichtigt sind dabei Einbauten und volumenverdrängende Lagermaterialien, Produktionshilfsmittel etc.

Teillagerflächen und Freistreifen
Teillagerflächen sind mit Lagergut zusammenhängend belegte Bodenflächen, die durch Freistreifen, Verkehrswege oder Abtrennungen von anderen Teilflächen getrennt sind.

Wassergefährdungsklassen (WGKs)
Die Einstufung in WGKs können dem Sicherheitsdatenblatt oder der VwVwS (s. Abschnitt 10) entnommen werden. Sofern ein Stoff nicht in eine WGK eingestuft ist, kann die WGK über die H-Sätze (früher R-Sätze) abgeleitet werden (s. auch Anhang A2.1).

Werkfeuerwehren
Werkfeuerwehren im Sinne dieser Leitlinien sind landesrechtlich anerkannte Feuerwehren. Sie müssen in Aufbau, Ausstattung und Ausbildung den an öffentliche Feuerwehren gestellten Anforderungen entsprechen. Weitere Einzelheiten enthalten die VdS-Richtlinien „Brandschutz im Betrieb" (VdS 2000) und das VdS-Merkblatt „Werk- und Betriebsfeuerwehren" (VdS 2034).

9.2 Verwendete Abkürzungen

ABS – Acryl-Butadien-Styrol

AOX – Adsorbierbare organische Halogenverbindungen

ARA – Abwasser Reinigungsanlage (Kläranlage)

BBodschG – Bundes Bodenschutzgesetz

BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung

BF – Berufsfeuerwehr

BK – Bauartklassenfaktor

BMA – Brandmeldeanlage

BSB_5 – Biologischer Sauerstoffbedarf

CEA – Comité Européen des Assurances - Dachverband der nationalen Verbände der Versicherungsunternehmen Europas (heute: Insurance Europe)

CSB – Chemischer Sauerstoffbedarf

DIN – Deutsches Institut für Normung

EWG – Europäische Wirtschaftsgemeinschaft

F1, F2, F3 – Brandgefahrenklassen

FF – Freiwillige Feuerwehr

FLA – Feuerlöschanlage

FW - Feuerwehr

GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

GefStoffV – Gefahrstoff-Verordnung

GHS – Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

HBV – Herstellen, Behandeln oder Verwenden von wassergefährdenden Stoffen

HCl - Salzsäure

HRL – Hochregallager

S1, S2, S3, S4 – Sicherheitskategorien

LöRü – Löschwasser-Rückhaltung

LöRüRL – Löschwasser-Rückhalterichtlinie

OK – Oberkante (Lagergut)

PA – Polyamid

PAK – Polyaromatische Kohlenwasserstoffe

PE – Polyethylen

PETP – Polyethylenterephthalat (Kunststoff)

PF – Phenol-Formaldehyd Harz (Bakelit)

PMMA – Polymethylmethacrylat (Kunststoff)

POM – Polyoxymethylen (Kunststoff)

PP – Polypropylen

PS – Polystyrol

PTFE – Polytetrafluorethylen (Teflon)

PU – Polyurethan

PVC – Polyvinylchlorid

RI – Risikoindex

RL – Richtlinie

SAK – Spektraler Absorptionskoeffizient

SI – Silicon

TOC – Total Organic Carbon (gesamter organisch gebundener Kohlenstoff)

TRwS – Technische Regel wassergefährdende Stoffe

UP – Ungesättigte Polyesterharze

USchadG – Umwelt-Schadengesetz

VwVwS – Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe

WF – Werkfeuerwehr

WHG – Wasserhaushaltsgesetz

WGK – Wassergefährdungsklasse

10 Gesetze, Verordnungen, technische Regeln und weiterführende Literatur

10.1 Gesetze und Verordnungen

Hinweis: Bei nachfolgender Auflistung ist zu berücksichtigen, dass Gesetze und Verordnungen lediglich den Rahmen vorgeben, die konkrete Ausgestaltung jedoch vielfach über länderspezifische Regelungen erfolgt.

Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten

Chemikaliengesetz (ChemG) – Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen

KrWG – Kreislaufwirtschaftsgesetz – Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen

Wasserhaushaltsgesetz (WHG) – Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts

Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) – Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis

Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) – Verordnung über Arbeitsstätten

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) – Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes

Biostoffverordnung (BioStoffV) – Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) – Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen

Nachweisverordnung (NachwV) – Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft m.b.H.,
Postfach 13 20,
53003 Bonn
Internet: www.bundesanzeiger.de

10.2 Technische Regeln

Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)

TRBS 1111 – Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung

TRBS 1151 – Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel, Ergonomische und menschliche Faktoren

TRBS 1201 – Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen

TRBS 1203 – Befähigte Personen

TRBS 2111 – Mechanische Gefährdungen – Allgemeine Anforderungen

TRBS 2152 – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines

TRBS 2152
- **Teil 1 –** Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- **Teil 2 –** Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- **Teil 3 –** Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

TRBS 2210 – Gefährdungen durch Wechselwirkungen

Internet: www.baua.de

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) und für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA)

TRGS 001 – Allgemeines, Aufbau, Anwendung und Wirksamwerden der TRGS

TRGS 002 – Übersicht über den Stand der TRGS

TRGS 003 – Allgemein anerkannte sicherheitstechnische und hygienische Regeln

TRGS 401 – Gefährdung durch Hautkontakt für Ermittlung - Beurteilung - Maßnahmen

TRGS 500 – Schutzmaßnahmen

TRGS 510 – Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern

TRGS 524 – Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen

TRGS 555 – Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten

TRGS 900 – Arbeitsplatzgrenzwerte

TRGS 903 – Biologische Grenzwerte

TRGS 905 – Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe

TRGS 906 – Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV

Ergänzung zur TRGS 905 und 906 – Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe, Tätigkeiten und Verfahren nach Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG, TRGS 905 und TRGS 906

TRBA 400 – Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen

TRBA 500 – Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen

Internet: www.baua.de

Technische Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS)

TRwS 779 (Arbeitsblatt DWA-A 779) – Allgemeine Technische Regelungen

DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.,
Theodor-Heuss-Allee 17,
53773 Hennef, Deutschland
Internet: www.dwa.de

10.3 GDV-/VdS-Publikationen

VdS 2000 – Brandschutz im Betrieb

VdS 2034 – Werk- und Betriebsfeuerwehren

VdS 2095 – Automatische Brandmeldeanlagen, Richtlinien für Planung und Einbau

VdS 2217 – Umgang mit kalten Brandstellen – Muster eines Informationsblattes für Wohnungsinhaber, Mieter, Hausverwalter sowie für Gewerbe- und Industriebetriebe

VdS 2234 – Brand- und Komplextrennwände, Merkblatt für die Anordnung und Ausführung

VdS 2357 – Richtlinien zur Brandschadensanierung

VdS 2516 – Kunststoffe: Informationen zu Eigenschaften, Brandverhalten, Brandgefahren; Broschüre

VdS 2564 – Löschwasser-Rückhalteanlagen, Teil 1: Stationäre Löschwasserbarrieren; Richtlinien für Anforderungen und Prüfmethoden für Bauteile und Systeme

VdS Schadenverhütung, Verlag,
Amsterdamer Straße 174, 50735 Köln
Internet: www.vds-industrial.de

10.4 Normen, Vorschriften und Empfehlungen

Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die nähere Bestimmung wassergefährdender Stoffe und ihre Einstufung entsprechend ihrer Gefährlichkeit – VwV wassergefährdender Stoffe (VwVwS)

Katalog wassergefährdender Stoffe (Länderarbeitsgemeinschaft „Wasser"), Wassergefährdungsklassen (WGK), Bundesministerium des Inneren, Bonn

LöRüRL – Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe

Konzept zur Zusammenlagerung von Chemikalien, Verband der chemischen Industrie, Frankfurt 1993

DIN ATV 18299 – VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art

DIN 4066 – Hinweisschilder für die Feuerwehr

DIN 14095 – Feuerwehrpläne für Bauliche Anlagen

LAGA PN 98 – Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung und Beseitigung von Abfällen

Internet: www.beuth.de
Internet: www.baua.de

Anhang 1 Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse

A 1.1 Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Muster

Muster	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
A Stoffliches Gefahrenpotential			
Wassergefährdung Betriebsstoffe	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Verbrennungsprodukte (Betriebsstoffe/Baustoffe)	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Löschmittel	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Sonstige gefährliche Eigenschaften entsprechend Anhang A 2.3 von Verbrennungsprodukten, Betriebs- und Lagergütern/Vorräten (Mengenschwellen s. Tabelle 3 zu Anhang A2.3)	weniger gefährlich	gefährlich	sehr gefährlich
B Brandeigenschaften			
Brennbarkeit/Menge Betriebsstoffe und Betriebshilfsstoffe (s. Anhang A2.2)	schwer brennbar (F3) > 0,1 t/m² „F1-Äquivalent"	entzündlich (F2) > 1 t/m² „F1-Äquivalent"	hoch entzündlich (F1) > 10 t/m² „F1-Äquivalent"
Brennbarkeit/Menge Baustoffe (s. Anhang A2.2)	schwer entflammbar (B1) > 1 t „F1-Äquivalent"	normal entflammbar (B2) > 10 t „F1-Äquivalent"	leicht entflammbar (B3) > 100 t „F1-Äquivalent"
Brandlast von Betriebsstoffen, Betriebshilfsstoffen und Baustoffen	gering / niedrig < 30 kWh/m²	mittel 30 kWh/m² - 200 kWh/m²	hoch > 200 kWh/m²

Muster	**Risikoindices RI**		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
C weitere Kriterien			
Brandabschnitte	< 1.600 m²	1.600 bis 6.400 m²	> 6.400 m²
Umgebungsbedingungen	Gewerbe- und Industriegebiete	Wohngebiete; Vogelschutzgebiete nach Natura-2000-RL	Wasserschutzgebiet Zonen 1 bis 3; Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete nach Natura-2000-RL
Größe, Art der Kläranlage	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser nach Absprache mit zusätzl. Maßnahmen	ARA ist i.d.R. überfordert
Brandschutztechnische Infrastruktur (z.B. Brandschutzstandard, s. Abschnitt 4, Tabelle 1)	BS 4	BS 3	BS 2
Bauliche Voraussetzungen (Keller, Außenbereich ...)	externe, dichte Auffangmöglichkeiten vorhanden	flüssigkeitsdichte Bodenflächen	nicht flüssigkeitsdichte Bodenfläche
Vorschäden, Beinahe-Unfälle und Bagatellereignisse i. Z. mit der Freisetzung von kontaminiertem Löschwasser	keine	geringfügige Auswirkungen	gravierende Auswirkungen

A 1.2 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 1

Beispiel 1	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
A Stoffliches Gefahrenpotential			
Wassergefährdung Betriebsstoffe	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Verbrennungsprodukte (Betriebsstoffe/Baustoffe)	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Löschmittel	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Sonstige gefährliche Eigenschaften entsprechend Anhang A 2.3 von Verbrennungsprodukten, Betriebs- und Lagergütern/Vorräten (Mengenschwellen s. Tabelle 3 zu Anhang A2.3)	weniger gefährlich	gefährlich	sehr gefährlich
B Brandeigenschaften			
Brennbarkeit/Menge Betriebsstoffe und Betriebshilfsstoffe (s. Anhang A2.2)	schwer brennbar (F3) > 0,1 t/m² „F1-Äquivalent"	entzündlich (F2) > 1 t/m² „F1-Äquivalent"	hoch entzündlich (F1) > 10 t/m² „F1-Äquivalent"
Brennbarkeit/Menge Baustoffe (s. Anhang A2.2)	schwer entflammbar (B1) > 1 t „F1-Äquivalent"	normal entflammbar (B2) > 10 t „F1-Äquivalent"	leicht entflammbar (B3) > 100 t „F1-Äquivalent"
Brandlast von Betriebsstoffen, Betriebshilfsstoffen und Baustoffen	gering / niedrig < 30 kWh/m²	mittel 30 kWh/m² - 200 kWh/m²	hoch > 200 kWh/m²

Beispiel 1	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
C weitere Kriterien			
Brandabschnitte	< 1.600 m²	1.600 bis 6.400 m²	> 6.400 m²
Umgebungsbedingungen	Gewerbe- und Industriegebiete	Wohngebiete; Vogelschutzgebiete nach Natura-2000-RL	Wasserschutzgebiet Zonen 1 bis 3; Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete nach Natura-2000-RL
Größe, Art der Kläranlage	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser nach Absprache mit zusätzl. Maßnahmen	ARA ist i.d.R. überfordert
Brandschutztechnische Infrastruktur (z.B. Brandschutzstandard, s. Abschnitt 4, Tabelle 1)	BS 4	BS 3	BS 2
Bauliche Voraussetzungen (Keller, Außenbereich ...)	externe, dichte Auffangmöglichkeiten vorhanden	flüssigkeitsdichte Bodenflächen	nicht flüssigkeitsdichte Bodenfläche
Vorschäden, Beinahe-Unfälle und Bagatellereignisse i. Z. mit der Freisetzung von kontaminiertem Löschwasser	keine	geringfügige Auswirkungen	gravierende Auswirkungen

Beispiel 1:

In diesem Beispiel sind zwar durchaus kritische Stoffe in gefahrdrohender Menge vorhanden. Die Abstimmung mit dem Kläranlagenbetreiber zeigt jedoch, dass die ARA die erwartete Menge an kontaminiertem Löschwasser verkraften würde. Somit müssten auf dem Betriebsgelände keine eigenen Rückhaltevolumina vorgehalten werden. Selbstverständlich muss auch auf dem Betriebsgelände durch bauliche, technische und vor allem organisatorische Maßnahmen die gefahrlose Ableitung kontaminierten Löschwassers sichergestellt sein.

A 1.3 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 2

Beispiel 2	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
A Stoffliches Gefahrenpotential			
Wassergefährdung Betriebsstoffe	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Verbrennungsprodukte (Betriebsstoffe/Baustoffe)	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Löschmittel	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Sonstige gefährliche Eigenschaften entsprechend Anhang A 2.3 von Verbrennungsprodukten, Betriebs- und Lagergütern/Vorräten (Mengenschwellen s. Tabelle 3 zu Anhang A2.3)	weniger gefährlich	gefährlich	sehr gefährlich
B Brandeigenschaften			
Brennbarkeit/Menge Betriebsstoffe und Betriebshilfsstoffe (s. Anhang A2.2)	schwer brennbar (F3) > 0,1 t/m² „F1-Äquivalent"	entzündlich (F2) > 1 t/m² „F1-Äquivalent"	hoch entzündlich (F1) > 10 t/m² „F1-Äquivalent"
Brennbarkeit/Menge Baustoffe (s. Anhang A2.2)	schwer entflammbar (B1) > 1 t „F1-Äquivalent"	normal entflammbar (B2) > 10 t „F1-Äquivalent"	leicht entflammbar (B3) > 100 t „F1-Äquivalent"
Brandlast von Betriebsstoffen, Betriebshilfsstoffen und Baustoffen	gering / niedrig < 30 kWh/m²	mittel 30 kWh/m² - 200 kWh/m²	hoch > 200 kWh/m²

Beispiel 2	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
C weitere Kriterien			
Brandabschnitte	< 1.600 m²	1.600 bis 6.400 m²	> 6.400 m²
Umgebungsbedingungen	Gewerbe- und Industriegebiete	Wohngebiete; Vogelschutzgebiete nach Natura-2000-RL	Wasserschutzgebiet Zonen 1 bis 3; Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete nach Natura-2000-RL
Größe, Art der Kläranlage	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser nach Absprache mit zusätzl. Maßnahmen	ARA ist i.d.R. überfordert
Brandschutztechnische Infrastruktur (z.B. Brandschutzstandard, s. Abschnitt 4, Tabelle 1)	BS 4	BS 3	BS 2
Bauliche Voraussetzungen (Keller, Außenbereich ...)	externe, dichte Auffangmöglichkeiten vorhanden	flüssigkeitsdichte Bodenflächen	nicht flüssigkeitsdichte Bodenfläche
Vorschäden, Beinahe-Unfälle und Bagatellereignisse i. Z. mit der Freisetzung von kontaminiertem Löschwasser	keine	geringfügige Auswirkungen	gravierende Auswirkungen

Beispiel 2:

Analog Beispiel 1 sind auch hier kritische Stoffe in gefahrdrohender Menge vorhanden. Auch die Abstimmung mit dem Kläranlagenbetreiber zeigt in diesem Beispiel, dass die ARA die erwartete Menge an kontaminiertem Löschwasser verkraften würde. Allerdings sind die baulichen Voraussetzungen für eine Löschwasser-Rückhaltung bei diesem Betrieb nicht gegeben, da keine flüssigkeitsdichten Bodenflächen vorhanden sind. Somit muss dieser Betreiber hier nachbessern oder alternative Möglichkeiten zur Löschwasser-Rückhaltung wählen.

A 1.4 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 3

Beispiel 3	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
A Stoffliches Gefahrenpotential			
Wassergefährdung Betriebsstoffe	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Verbrennungsprodukte (Betriebsstoffe/Baustoffe)	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Löschmittel	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Sonstige gefährliche Eigenschaften entsprechend Anhang A 2.3 von Verbrennungsprodukten, Betriebs- und Lagergütern/Vorräten (Mengenschwellen s. Tabelle 3 zu Anhang A2.3)	weniger gefährlich	gefährlich	sehr gefährlich
B Brandeigenschaften			
Brennbarkeit/Menge Betriebsstoffe und Betriebshilfsstoffe (s. Anhang A2.2)	schwer brennbar (F3) > 0,1 t/m² „F1-Äquivalent"	entzündlich (F2) > 1 t/m² „F1-Äquivalent"	hoch entzündlich (F1) > 10 t/m² „F1-Äquivalent"
Brennbarkeit/Menge Baustoffe (s. Anhang A2.2)	schwer entflammbar (B1) > 1 t „F1-Äquivalent"	normal entflammbar (B2) > 10 t „F1-Äquivalent"	leicht entflammbar (B3) > 100 t „F1-Äquivalent"
Brandlast von Betriebsstoffen, Betriebshilfsstoffen und Baustoffen	gering / niedrig < 30 kWh/m²	mittel 30 kWh/m² - 200 kWh/m²	hoch > 200 kWh/m²

Beispiel 3	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
C weitere Kriterien			
Brandabschnitte	< 1.600 m²	1.600 bis 6.400 m²	> 6.400 m²
Umgebungsbedingungen	Gewerbe- und Industriegebiete	Wohngebiete; Vogelschutzgebiete nach Natura-2000-RL	Wasserschutzgebiet Zonen 1 bis 3; Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete nach Natura-2000-RL
Größe, Art der Kläranlage	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser nach Absprache mit zusätzl. Maßnahmen	ARA ist i.d.R. überfordert
Brandschutztechnische Infrastruktur (z.B. Brandschutzstandard, s. Abschnitt 4, Tabelle 1)	BS 4	BS 3	BS 2
Bauliche Voraussetzungen (Keller, Außenbereich ...)	externe, dichte Auffangmöglichkeiten vorhanden	flüssigkeitsdichte Bodenflächen	nicht flüssigkeitsdichte Bodenfläche
Vorschäden, Beinahe-Unfälle und Bagatellereignisse i. Z. mit der Freisetzung von kontaminiertem Löschwasser	keine	geringfügige Auswirkungen	gravierende Auswirkungen

Beispiel 3:

Analog den Beispielen 1 und 2 sind auch hier kritische Stoffe in gefahrdrohender Menge vorhanden. Die Rücksprache mit dem Kläranlagenbetreiber hat in diesem Beispiel jedoch gezeigt, dass die ARA mit der erwarteten Menge an kontaminiertem Löschwasser überfordert wäre. Bei diesem Betrieb sind jedoch die baulichen Voraussetzungen für eine Löschwasser-Rückhaltung in Form von flüssigkeitsdichten Bodenflächen gegeben. Somit könnte der Betreiber beispielsweise den Einsatz von Barrieren oder Aufkantungen bei den Gebäudeeingängen prüfen (Zu den Vor- und Nachteilen s. Beispiele im Anhang 5).

A 1.5 Anwendung der Matrix zur Gefahren- und Risikoanalyse – Beispiel 4

Beispiel 4	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
A Stoffliches Gefahrenpotential			
Wassergefährdung Betriebsstoffe	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Verbrennungsprodukte (Betriebsstoffe/Baustoffe)	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Wassergefährdung Löschmittel	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 10 t oder giftig > 1 t	WGK 1 Äquivalent bzw. gesundheitsschädlich: Menge > 100 t oder sehr giftig > 1 t oder giftig > 10 t
Sonstige gefährliche Eigenschaften entsprechend Anhang A 2.3 von Verbrennungsprodukten, Betriebs- und Lagergütern/Vorräten (Mengenschwellen s. Tabelle 3 zu Anhang A2.3)	weniger gefährlich	gefährlich	sehr gefährlich
B Brandeigenschaften			
Brennbarkeit/Menge Betriebsstoffe und Betriebshilfsstoffe (s. Anhang A2.2)	schwer brennbar (F3) > 0,1 t/m² „F1-Äquivalent"	entzündlich (F2) > 1 t/m² „F1-Äquivalent"	hoch entzündlich (F1) > 10 t/m² „F1-Äquivalent"
Brennbarkeit/Menge Baustoffe (s. Anhang A2.2)	schwer entflammbar (B1) > 1 t „F1-Äquivalent"	normal entflammbar (B2) > 10 t „F1-Äquivalent"	leicht entflammbar (B3) > 100 t „F1-Äquivalent"
Brandlast von Betriebsstoffen, Betriebshilfsstoffen und Baustoffen	gering / niedrig < 30 kWh/m²	mittel 30 kWh/m² - 200 kWh/m²	hoch > 200 kWh/m²

Beispiel 4	Risikoindices RI		
Kriterium	**RI 1 - niedrig**	**RI 2 - mittel**	**RI 3 - hoch**
C weitere Kriterien			
Brandabschnitte	< 1.600 m²	1.600 bis 6.400 m²	> 6.400 m²
Umgebungsbedingungen	Gewerbe- und Industriegebiete	Wohngebiete; Vogelschutzgebiete nach Natura-2000-RL	Wasserschutzgebiet Zonen 1 bis 3; Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete nach Natura-2000-RL
Größe, Art der Kläranlage	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser	ARA verkraftet kontaminiertes Löschwasser nach Absprache mit zusätzl. Maßnahmen	ARA ist i.d.R. überfordert
Brandschutztechnische Infrastruktur (z.B. Brandschutzstandard, s. Abschnitt 4, Tabelle 1)	BS 4	BS 3	BS 2
Bauliche Voraussetzungen (Keller, Außenbereich ...)	externe, dichte Auffangmöglichkeiten vorhanden	flüssigkeitsdichte Bodenflächen	nicht flüssigkeitsdichte Bodenfläche
Vorschäden, Beinahe-Unfälle und Bagatellereignisse i. Z. mit der Freisetzung von kontaminiertem Löschwasser	keine	geringfügige Auswirkungen	gravierende Auswirkungen

Beispiel 4:

Analog Beispiel 3 sind auch hier kritische Stoffe in gefahrdrohender Menge vorhanden. Auch in diesem Fall hat die Rücksprache mit dem Kläranlagenbetreiber gezeigt, dass die ARA mit der erwarteten Menge an kontaminiertem Löschwasser überfordert wäre. Im Gegensatz zu Beispiel 3 sind jedoch bei diesem Betrieb die baulichen Voraussetzungen für eine Löschwasser-Rückhaltung in Form von flüssigkeitsdichten Bodenflächen nicht gegeben. Somit scheidet eine Löschwasser-Rückhaltung innerhalb der Gebäude aus.

Anhang 2 Stoffliche Gefahren

A 2.1 Wassergefährdungsklassen (WGKs)

Die Einstufung in Wassergefährdungsklassen (WGKs) können dem Sicherheitsdatenblatt oder der VwVwS entnommen werden. Sofern ein Stoff nicht in eine WGK eingestuft ist, kann die WGK über die H-Sätze (früher R-Sätze) abgeleitet werden.

Bei Vorliegen unterschiedlicher WGKs gilt folgende Umrechnung:

1 t WGK 3-Stoff entspricht 10 t WGK 2-Stoff

1 t WGK 2-Stoff entspricht 10 t WGK 1-Stoff

1 t WGK 3-Stoff entspricht 100 t WGK 1-Stoff

A 2.2 Ermittlung der Brandgefahrenklassen (F1 bis F3)

Für das Ereignis „Brand" ist die Stoffeigenschaft „Brennbarkeit" eine wesentliche Größe. Die Brennbarkeit ist eine komplexe Größe, die im Wesentlichen die Entzündbarkeit und die Brandausbreitung in der Anfangsphase eines Brandes beschreibt. Die Brennbarkeit der gelagerten Stoffe und ihrer Verpackungen, der Lager- und Transporthilfsmittel (z. B. Paletten) sowie der Bauteile eines Lagers beeinflussen das Brandgeschehen und damit den Löschwasserverbrauch, somit also auch die zu erwartende bzw. anfallende Löschwassermenge.

Brandgefahrenklassen im Sinne dieser Leitlinien dienen der Einstufung der Stoffe hinsichtlich ihrer Brennbarkeit. Für die brandbezogene Gefährlichkeit eines Stoffes werden die Brandgefahrenklassen nach Tabelle 2 unterschieden.

Bei Vorhandensein von Stoffen mit unterschiedlicher Brennbarkeit sind folgende Umrechnungsfaktoren zugrunde zu legen:

1 t F1-Stoff entspricht 3 t F2-Stoff

Die umgerechneten Stoffmengen sind zu addieren. F3-Stoffe (nicht brennbar) bleiben dabei unberücksichtigt.

	Brandgefahrenklassen		
	F1	**F2**	**F3**
	hochentzündlich (R12), leicht entzündlich (R11) und rasch abbrennend	entzündlich (R10) leicht bis mittel brennbar, normal entflammbar	schwerbrennbar (nur mit Stützfeuer) bzw. nicht brennbar
Beispiele (Packmittel)	Schaumstoffe	Karton, Holz, Kunststoffe (PE, PP, PVC u.a.)	Glas, Metall, Stein
Beispiele (Waren, Lagergüter)	Aceton, Benzin, Alkohol, Kerosin, roter Phosphor	Schwefel, Kohle, Heizöl, Reifen, Schmieröl	Beton, Zement, Salzsäure
Flüssigkeiten	Flammpunkt < 55°C	Flammpunkt > 55°C	schwer brennbar (nur mit Stützfeuer) bzw. nicht brennbar
Baustoffe klassifiziert über Baustoffklasse (BSK) gemäß DIN 4102 bzw. DIN EN 13501-1 (s. hierzu Erläuterung in Abschnitt 9.1).	leicht entflammbar, BSK B3	normal und schwer entflammbar, BSK B1 und B2	nicht brennbar, BSK A1 und A2

Tabelle 2: Definition der Brandgefahrenklassen F1 bis F3

A 2.3 Beispielsammlung ausgewählter (sonstiger) Schadstoffe und mögliche Konsequenzen

Hier werden diejenigen Stoffe beispielhaft aufgeführt, denen kein Gefährlichkeitsmerkmal nach GefStoffV zugeordnet werden kann bzw. die laut Definition nicht in WGKs eingestuft werden können („sonstige" Schadstoffe).

Auflistung „sonstiger" schädlicher Eigenschaften:

- Stoffe, aus denen erst im Brandfall aufgrund des Verbrennungsprozesses Schadstoffe entstehen können (z. B. Kunststoffe).
- Stoffe, die im Brandfall Sonderlöschmittel erfordern, die wassergefährdend sein können (z. B. bei Kunststoffbränden, Reifenbränden).
- Stoffe, denen kein Gefahrenmerkmal zugeordnet werden kann (z. B. Lebensmittel).
- „Kritische" Baustoffe, die bereits Schadstoffe enthalten bzw. aus denen im Brandfall Schadstoffe entstehen können.

Betriebsstoffe	Mögliche Konsequenzen	Mengenschwelle [t] pro Brandabschnitt		
		niedrig	mittel	hoch
Lebensmittel, z. B. Butter, Honig, Milch, Tiefkühlkost wie Speiseeis.	Verstopfung der Kanalisation, Schädigung der Baustoffe, Überforderung biologischer Kläranlagenstufen, Verstärkung der Sauerstoffzehrung in Gewässern.	10 t	500 t	1000 t
Gummiprodukte, z. B. Reifen.	Freisetzung von Pyrolyseöl; Erfordernis des Einsatzes w. g. Sonderlöschmittel.	5 t	25 t	50 t
Aliphatische Kunststoffe, die nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, z. B. Polyethylen, Polypropylen.	Erfordernis des Einsatzes w. g. Sonderlöschmittel.	25 t	100 t	500 t
Kunststoffe mit Halogenen, Stickstoff, Schwefel bzw. aromatischen Komponenten, z. B. Polyvinylchlorid, Polyamid, Polystyrol.	Freisetzung von Salzsäure, Blausäure, Schwefelwasserstoff, u.U. Dioxine/ Furane; Erfordernis des Einsatzes w. g. Sonderlöschmittel.	10 t	50 t	200 t

Baustoffe	Mögliche Konsequenzen	niedrig	mittel	hoch
"Kritische" Baustoffe wie Dämmstoffe, HolzImprägnierungen, Beschichtungen. **Beispiele:**	Freisetzung von Schadstoffen, die bereits in den Baustoffen enthalten sind bzw. im Brandfall entstehen können.			
PUR	Bildung von Blausäure	10 t	50 t	200 t
PS	Bildung von PAK	10 t	50 t	200 t
PVC	Freisetzung von Salzsäure; u. U. Dioxine/Furane	10 t	50 t	200 t
Beschichtete, imprägnierte Holzbaustoffe.	Freisetzung von schwermetallhaltigen Imprägnierungsstoffen; Belastung offener Gewässer			

Tabelle 3: Mengenschwellen von von Betriebsstoffen und Baustoffen, die im Brandfall zur Freisetzung gefährlicher Stoffe bzw. zu gefährlichen Eigenschaften führen können.

Hinweis: Bei den in dieser Tabelle angegebenen Mengenschwellen handelt es sich um Empfehlungswerte zur Wertung des Risikopotentials im Sinne dieser Leitlinien.

A 2.4 Brandfolgeprodukte

Kunststoff (Kurzzeichen)	CO, CO2 (toxisch/ brennbar)	HCl, HF (korrosiv/ toxisch)	HCN (toxisch/ brennbar)	PAK (toxisch/ brennbar)	PHDD/ PHDF (toxisch)	Stark rußend
PE	#					
PP	#					
PS	#			(#)		#
PVC (hart u. weich)	#	##		(#)	(#)	
PU	#		##	(#)		
PA	#		##			
PC	#					
PTFE	#	##				
POM	#					
ABS	#		##			#
PETP	#			(#)		
PMMA	#					
PF	#					
UP	#					
SI	#					
Buna	#			(#)		#
Chlorkautschuk	#	##			(#)	

CO = Kohlenmonoxid

CO2 = Kohlendioxid

HCl = Salzsäure,Chlorwasserstoff

HF = Fluorwasserstoff

HCN = Blausäure, Cyanwasserstoff

PAK = polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

PCDD = polychlorierte Dibenzodioxine

PCDF = polychlorierte Dibenzofurane

(#) Bildung des Schadstoffes in kleinen Mengen möglich

Bildung des Schadstoffes sehr wahrscheinlich

Bildung des Schadstoffes in größeren Mengen zu erwarten

Tabelle 4: Mögliche Bildung von toxischen oder umweltgefährdenden Brandfolgeprodukten aus Kunststoffen (ohne Zuschlagstoffe).

Anhang 3 Abschätzung des anfallenden kontaminierten Löschwassers

Die Abschätzung der anfallenden kontaminierten Löschwassermenge V erfolgt in diesen Leitlinien gemäß der in Abschnitt 4 genannten Formel. Die dabei berücksichtigten Parameter sind in Ergänzung zu den Ausführungen in Abschnitt 4 nachstehend näher erläutert.

$$V = \{ (A_{tat} * SWL * BAF * BBF) + M \} / BSF$$

V [m³]: Berechnetes kontaminiertes Löschwasser-Rückhaltevolumen

A_{tat} [m²]: Tatsächliche Brandabschnittsfläche

SWL [m³/m²]: Spezifische Wasserleistung

BAF: Brandabschnittsflächenfaktor (dimensionslos)

BBF: Brandbelastungsfaktor (dimensionslos)

M [m³]: Menge aller flüssigen Produktions-, Betriebs- und Lagerstoffe mit oder ohne WGK-Klasse im jeweils betrachteten Brandabschnitt

BSF: Brandschutzfaktor (dimensionslos)

V – Berechnetes kontaminiertes Löschwasser-Rückhaltevolumen
Sofern aufgrund der Gefahren- und Risikoanalyse Löschwasser-Rückhaltung erforderlich ist, ist das Volumen nach obenstehender Formel zu ermitteln, mindestens sind jedoch 100 m³ Löschwasser-Rückhaltevolumen anzusetzen.

A_{tat} – Tatsächliche Brandabschnittsfläche
Die tatsächliche Brandabschnittsfläche entspricht dem jeweiligen Brandabschnitt/Brandbekämpfungsabschnitt für den eine Abschätzung der kontaminierten Löschwassermenge erfolgen soll.

Das für ein Werk erforderliche Löschwasser-Rückhaltevolumen ergibt sich aus der Abschätzung der maximalen kontaminierten Löschwassermenge für die ungünstigste tatsächliche Brandabschnittsfläche.

Die Brandabschnittsfläche ist die Summe aller ober- und unterirdischen Nutzungsfläche in m² in einem Brandabschnitt. Horizontale Brandabschnittstrennungen können nur in Ausnahmefällen zwischen unter Erdgleiche und über Erdgleiche befindlichen Geschossen berücksichtigt werden, wenn eine Brandübertragung sicher ausgeschlossen werden kann.

SWL – spezifische Wasserleistung
Es wird angenommen, dass bei der angesetzten Löschzeit eine spezifische Wasserleistung SWL innerhalb des Brandabschnittes eingesetzt wird.

Die spezifische Wasserleistung SWL beträgt bei einer angenommenen Löschzeit von 240 min:

SWL [m³/m²] = 1,0 (l/m² * min) * t * (1,0 m³/ 1000 l)
= 0,24 m³/m² (t = 240 min)

t – Löschzeit
Zur Bemessung der zurückzuhaltenden kontaminierten Löschwassermenge wird eine Löschzeit von 240 Minuten angesetzt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass im Rahmen dieser Löschzeit ggf. erforderlich werdende weitere Mengen kontaminiertem Löschwassers durch mobile oder nicht dem Betrieb zugehörige Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen zurückgehalten werden können.

BAF – Brandabschnittsflächenfaktor
Als Ergebnis von Schadenauswertungen ergab sich, dass die tatsächlich erforderliche Löschwassermenge [l/m² * min] mit zunehmender Brandabschnittsfläche sinkt. Dem wird über den dimensionslosen Brandabschnittsflächenfaktor BAF Rechnung getragen, der mit nachstehender Formel ermittelt werden kann:

$$BAF = 0{,}25 + (2500 / A_{tat}) * (0{,}8 + A_{tat} / 10000)$$

Bei der Festlegung des Brandabschnittsflächenfaktors ist die tatsächlich vorhandene Brandabschnittsfläche A_{tat} zugrunde zu legen.

Brandabschnittsfläche [m²]	Brandabschnitts-flächenfaktor BAF
bis 4.000	1,0
5.000	0,90
6.000	0,83
7.000	0,79
8.000	0,75
9.000	0,72
10.000	0,70
12.000	0,66
14.000	0,64
16.000	0,63
18.000	0,61
20.000	0,60

BBF – Brandbelastungsfaktor
Für das Ereignis „Brand" ist die Brandbelastung eine wesentliche Größe, die in die Bemessungsgrundlage einbezogen werden muss. In diesen Leitlinien fließt die Brandlast in den dimensionslosen Brandbelastungsfaktor BBF ein, der sich aus der Brandbelastungsklasse BBK der Brandlast q_R ergibt.

Die nachstehende Tabelle weist beispielhafte Brandbelastungsfaktoren für sehr hohe bis sehr niedrige Brandbelastungen aus.

Brandbelastungsfaktor BBF	Brandbelastungsklasse BBK	Brandlast q_R (kWh/m²)	Bemerkung
3,64	1	360	sehr hoch
1,67	2	250	hoch
1,03	3	160	erhöht
0,71	4	90	mittel
0,53	5	40	niedrig
0,42	6	10	sehr niedrig

Tabelle 5: Brandbelastungsfaktoren für sehr hohe bis sehr niedrige Brandbelastungen.

Liegen konkrete Brandlastwerte q_R für einzelne Brandabschnitte vor, dann kann die Brandbelastungsklasse BBK gemäß nachstehender Formel berechnet werden:

$BBK = 7 - (\sqrt{0{,}1\ m^2/kWh * q_R})$
q_R = Brandlast in kWh/m²

Der Brandbelastungsfaktor ergibt sich dann wie folgt:

$BBF = 4 / (BBK + 0{,}1 * BBK^2)$

Sofern keine Brandlastberechnung vorliegt, kann die Brandbelastungsklasse BBK näherungsweise unter Berücksichtigung des Raumausnutzungsfaktors RAF und des Anteils brennbarer Stoffe (AbS) gemäß nachstehender Formel ermittelt werden:

$q_R\ (kWh/m^2) = 600\ kWh/m^2 * RAF * AbS$

Die Mindestbrandbelastung beträgt 15 kWh/m²

q_R – Brandlast
Die Brandlast in kWh pro m² ergibt sich in Addition aller auf einer Brandabschnittsfläche vorhandenen brennbaren Stoffe und Materialien.

In Tabelle 6 sind als grobe Orientierungshilfe die durchschnittlichen Brandlasten ausgewählter Betriebsarten aufgelistet. Diese sind Erfahrungswerte aus standardisierten Betriebsarten. Es ist daher zu beachten, dass nutzungsbedingt erhebliche Abweichungen von den Durchschnittswerten auftreten können.

Betriebsart	Brandlast (kWh/m²)
Buchbinderei	280
Chemische Industrie	> 360
Druckerei	120
Elektrogeräteproduktion	130
Farben- und Lackindustrie	480
Futtermittelproduktion	450
Galvanikanlagen	360
Gießereien	25
Glasproduktion	60
Gummiwarenproduktion	160
Herstellung von Batterien	120
Holzbe-/verarbeitung	180
Holzfensterproduktion	260
Kaffeeproduktion	120
Kerzenproduktion	380
Kfz-Karosseriebau	50
Kühlhäuser	450
Kunststoffproduktion	400
Kunststoffrecycling	450
Lackiererei	110
Leiterplattenherstellung	360
Metallbe-/verarbeitung	30
Müllbunker	300
Nahrungsmittelproduktion	200
Öl-/Fettproduktion	300
Papier-/Kartonproduktion	240
Schaumkunststoffproduktion	660
Spanplattenproduktion	210
Spirituosenproduktion	200
Süßwarenverpackung	240
Textilproduktion	150
Ziegelei	50

Tabelle 6: Brandlasten ausgewählter Betriebsarten in kWh/m².

RAF – Raumausnutzungsfaktor
Der Raumausnutzungsfaktor RAF berücksichtigt näherungsweise die unterschiedlichen Belegungsdichten mit Brandlasten bei ausgewählten Betriebsarten.

Raumausnutzungsfaktor in Abhängigkeit der Betriebsart		Bemerkung
Hochregallager	1,0	> 7,5 m OK Lagerhöhe
Regallager	0,85	bis 7,5 m OK Lagerhöhe
Bereitstellungs-/ Kommissionierlager	0,7	
Produktion mit dichter Belegung	0,5	
Produktion mit geringer Belegung	0,2	

Tabelle 7: Raumausnutzungsfaktor in Abhängigkeit der Betriebsart.

AbS – Anteil brennbarer Stoffe
Der Anteil brennbarer Stoffe an der Gesamtstoffmenge wird über den Faktor AbS berücksichtigt.

Anteil brennbarer Stoffe	Faktor	Bemerkung
Anteil brennbarer Stoffe > 75 %	1,0	vollständig
Anteil brennbarer Stoffe > 50 %	0,7	hoch
Anteil brennbarer Stoffe > 30 %	0,5	erhöht
Anteil brennbarer Stoffe > 10 %	0,3	mittel
Anteil brennbarer Stoffe < 10 %	0,1	gering

Tabelle 8: Anteil brennbarer Stoffe.

M – Menge aller flüssiger Produktions-, Betriebs- und Lagerstoffe
In diesen Leitlinien wird die Stoffmenge aller flüssigen Produktions-, Betriebs- und Lagerstoffe im jeweils betrachteten Brandabschnitt additiv in die Menge des kontaminierten Löschwasservolumens mit eingerechnet. Dabei gilt die Näherung: 1 t = 1 m³. Dies erfolgt unabhängig von einer evtl. vorhandenen WGK-Klasse, da bei Freisetzung lediglich der Volumenzuwachs an Rückhaltevolumen maßgeblich ist.

Bei Vorhandensein von Lagertanks in Brandabschnitten sind diese bei der Abschätzung des notwendigen Löschwasservolumens ebenfalls zu berücksichtigen. Bei Lagertanks über 100 m³ wird das größte Tankvolumen voll und der Rest zu 10 % in die Menge des kontaminierten Löschwasservolumens mit eingerechnet.

BSF – Brandschutzfaktor
Der dimensionslose Brandschutzfaktor BSF wird durch den brandabschnittsbezogenen Brandschutzstandard bestimmt. Es wird vorausgesetzt, dass die Schutzmaßnahmen wie

- öffentliche Feuerwehr
- Kleinlöschgeräte (z. B. Handfeuerlöscher, Wandhydranten)
- Alarmeinrichtung (Telefon, Handtaster)
- instruiertes Personal
- ausreichende Löschwasserversorgung

in allen Fällen vorhanden sind.

Entsprechend der Branderkennungs- und Brandbekämpfungsmöglichkeiten wird dem jeweiligen Brandabschnitt ein Brandschutzstandard BS 1 - BS 4 zugeordnet, aus dem sich der Brandschutzfaktor wie folgt ermitteln lässt:

$$BSF = 0{,}85 * 1{,}4^{\,0{,}27 * BS * BS}$$

Gemäß den vier Brandschutzstandards BS 1 bis BS 4 ergeben sich folgende Brandschutzfaktoren (BSF):

Konzept	Brandschutzstandard BS	Brandschutzfaktor BSF
Bauliches Konzept Keine besonderen Anforderungen an die Brandmeldung	BS 1 = 1,0	0,93
Überwachungskonzept automatische Brandmeldeanlage mit automatischer Alarmübermittlung an eine ständig besetzte Stelle der öffentlichen Feuerwehr; Eingreifzeit der Feuerwehr kleiner 10 min!	BS 2 = 2,0	1,22
Überwachungskonzept mit Werkfeuerwehr automatische Brandmeldeanlage mit automatischer Alarmübermittlung an ständig einsatzbereite Werkfeuerwehr; Eingreifzeit der Werkfeuerwehr kleiner 3-5 min!	BS 3 = 3,0	1,93
Löschanlagenkonzept automatische Löschanlage mit automatischer Alarmübermittlung an eine ständig besetzte Stelle der Feuerwehr	BS 4 = 4,0	3,64

Tabelle 9: Definition des Brandschutzstandards.

Anhang 4 Beispiele zur Ausführung von Löschwasser-Rückhalteanlagen

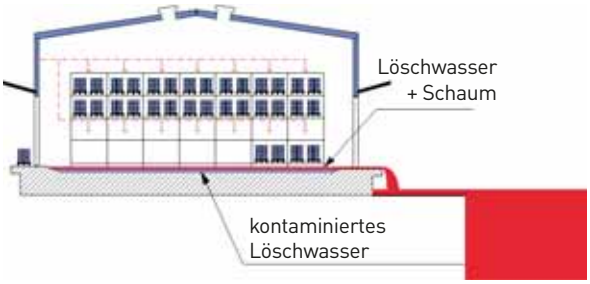
Die vorliegende Sammlung enthält Beispiele für Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteanlagen.

Jedes Beispiel wird anhand einer grafischen Darstellung unter Berücksichtigung der wesentlichen Vor- und Nachteile kommentiert.

In den Grafiken wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit weitgehend auf eine detaillierte Darstellung brandschutztechnischer Einrichtungen verzichtet.

Die Beispielsammlung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie soll vielmehr als Anregung für Betreiber und Planer dienen und dem Anwender die gängigsten Rückhaltesysteme vorstellen.

Beispiel A 4.1:
Löschwasser-Rückhaltung außerhalb des Gebäudes an zentraler Stelle mit natürlichem Gefälle



Vorteile:
Die Behinderung der Einsatzkräfte durch aufgestautes Löschwasser kann weitgehend ausgeschlossen werden.

Mit den Reinigungs- und Aufräumarbeiten kann unmittelbar nach Erkalten der Brandstelle begonnen werden. Die ordnungsgemäße Verwertung oder Entsorgung verunreinigten Löschwassers hat keinen Einfluss auf die Betriebsausfallzeit der Betriebsstätte.

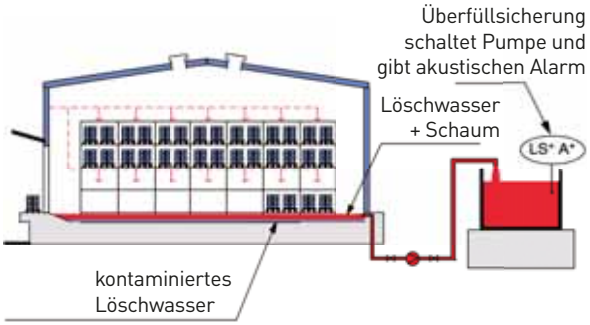
Folgeschäden durch zurückgehaltenes Löschwasser in der Betriebsstätte werden weitgehend vermieden.

Eine zentrale Löschwasser-Rückhalteanlage kann brandabschnittsunabhängig von allen Betriebsbereichen/-anlagen genutzt werden. Die Bemessung des Löschwasser-Rückhaltevolumens muß auf Basis des größten erforderlichen Volumens eines Brandabschnittes erfolgen.

Durch die Ableitung des kontaminierten Löschwassers über ein natürliches Gefälle entfällt eine technisch aufwändige und störungsanfällige Pumpenanlage.

Nachteile:
Für die Ableitung des Löschwassers ist ein separates, fest installiertes und geeignetes Leitungssystem zu einem ausreichend dimensionierten Auffangbecken/Tank vorzusehen. Dabei ist darauf zu achten, dass Ableitungsrohre auch im Brandfall funktionsfähig bleiben und nicht verstopfen.

Beispiel A 4.2:
Löschwasser-Rückhalteanlage außerhalb des Gebäudes an zentraler Stelle mit Pumpenanlage



Vorteile:
Die Behinderung der Einsatzkräfte durch aufgestautes Löschwasser kann weitgehend ausgeschlossen werden.

Mit den Reinigungs- und Aufräumarbeiten kann unmittelbar nach Erkalten der Brandstelle begonnen werden. Die ordnungsgemäße Verwertung oder Entsorgung verunreinigten Löschwassers hat keinen Einfluss auf die Betriebsausfallzeit der Betriebsstätte.

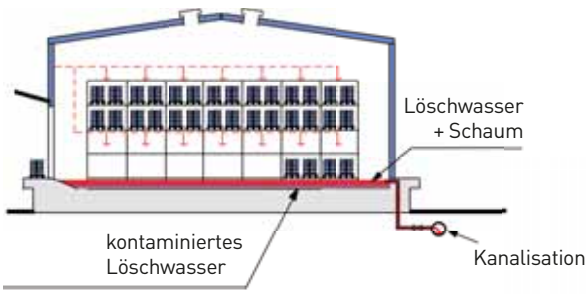
Folgeschäden durch zurückgehaltenes Löschwasser in der Betriebsstätte werden weitgehend vermieden.

Eine zentrale Löschwasser-Rückhalteanlage kann brandabschnittsunabhängig von allen Betriebsbereichen/-anlagen genutzt werden. Die Bemessung des Löschwasser-Rückhaltevolumens muss auf Basis des größten erforderlichen Volumens eines Brandabschnittes erfolgen.

Nachteile:
Für die Ableitung des Löschwassers ist ein separates, fest installiertes und geeignetes Leitungssystem zu einem ausreichend dimensionierten Auffangbecken/Tank vorzusehen.

Erforderliche Pumpenanlagen bedürfen einer gesicherten Energieversorgung.

Beispiel A 4.3:
Löschwasser-Rückhalteanlage außerhalb des Gebäudes (Nutzung der werksinternen Kanalisation)



Vorteile:
Die Behinderung der Einsatzkräfte durch aufgestautes Löschwasser kann weitgehend ausgeschlossen werden.

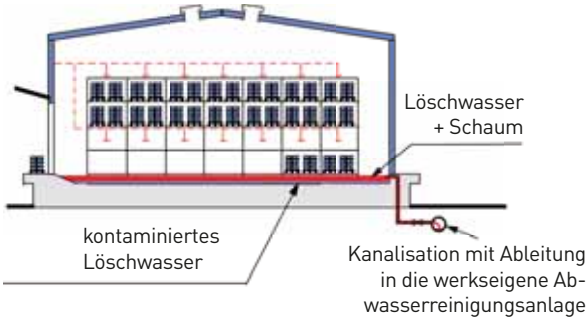
Folgeschäden durch zurückgehaltenes Löschwasser in der Betriebsstätte werden weitgehend vermieden.

Nachteile:
Aufwendige Reinigungs- und Aufräumarbeiten der Kanalisation sind erforderlich. Es werden hohe Anforderung an Beständigkeit und Dichtheit des Kanalisationsnetzes gestellt. Bei älteren, nicht überwachten Kanalsystemen kann die Dichtigkeit nicht immer sichergestellt werden.

Durch die zweckentfremdete Nutzung des Kanalsystems muss mit längerfristigen Betriebsstörungen auch der vom Brand nicht betroffenen Bereiche gerechnet werden.

Bei der Ableitung brennbarer Flüssigkeiten der Brennbarkeitsklassen F1 und F2 besteht eine erhöhte Explosionsgefahr (Ex-Schutz-Maßnahmen beachten).

Beispiel A 4.4:
Löschwasser-Rückhalteanlage außerhalb des Gebäudes (Nutzung der werksinternen Kanalisation zur Ableitung in die werkseigene Abwasser-Reinigungsanlage)



Vorteile:
Die Behinderung der Einsatzkräfte durch aufgestautes Löschwasser kann weitgehend ausgeschlossen werden.

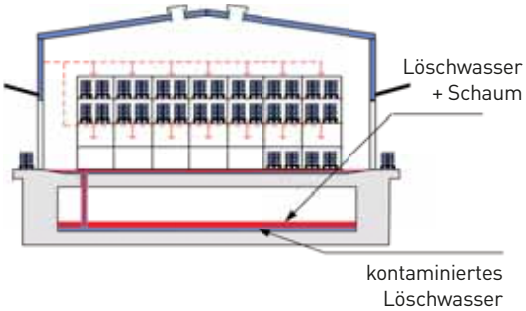
Mit den Reinigungs- und Aufräumarbeiten kann unmittelbar nach Erkalten der Brandstelle begonnen werden. Die ordnungsgemäße Verwertung oder Entsorgung verunreinigten Löschwassers hat keinen Einfluss auf die Betriebsausfallzeit der Betriebsstätte.

Folgeschäden durch zurückgehaltenes Löschwasser in der Betriebsstätte werden weitgehend vermieden.

Nachteile:
Reinigungs- und Aufräumarbeiten der Kanalisation sind erforderlich. Es werden hohe Anforderung an Beständigkeit und Dichtheit des Kanalisationsnetzes gestellt. Bei älteren, nicht überwachten Kanalsystemen kann die Dichtigkeit nicht immer sichergestellt werden. Es sind die Anforderungen an Abwasserreinigungsanlagen gemäß der Technischen Regeln für wassergefährdende Stoffe (TRwS) zu beachten.

Bei der Ableitung brennbarer Flüssigkeiten der Brennbarkeitsklassen F1 und F2 besteht eine erhöhte Explosionsgefahr (Ex-Schutz-Maßnahmen beachten).

Beispiel A 4.5:
Löschwasser-Rückhalteanlage im Keller unterhalb des Gebäudes



Vorteile:
Die Behinderung der Einsatzkräfte durch aufgestautes Löschwasser kann weitgehend ausgeschlossen werden.

Mit den Reinigungs- und Aufräumarbeiten kann unmittelbar nach Erkalten der Brandstelle begonnen werden, wenn keine Gefährdung durch das zurückgehaltene Löschwasser und die ausgetretenen Flüssigkeiten besteht. Die ordnungsgemäße Verwertung oder Entsorgung verunreinigten Löschwassers hat keinen direkten Einfluss auf die Betriebsausfallzeit der Betriebsstätte.

Folgeschäden durch zurückgehaltenes Löschwasser in der Betriebsstätte werden weitgehend vermieden.

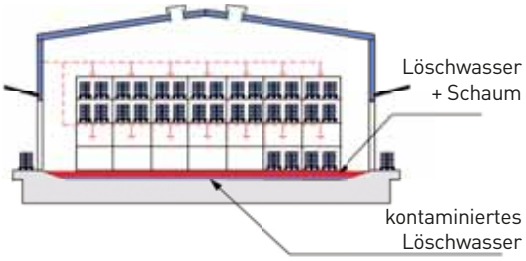
Nachteile:
Unterirdische Räume zur Löschwasser-Rückhaltung dürfen nicht für betriebswichtige Einrichtungen genutzt werden.

Es werden hohe Anforderungen an die statische Ausführung und Dichtheit des Kellers gestellt, um ein Freisetzen des Löschwassers und Gebäudeschäden zu vermeiden. Die Freisetzung von gefährlichen Stoffen (z. B. durch aufschwimmende Tanks) muss vermieden werden.

Bei der Ableitung brennbarer Flüssigkeiten und von Stoffen, die bei Berührung mit Wasser brennbare Gase entwickeln können, ist auf eine ausreichende Belüftung zu achten und eine automatische Beschäumungsanlage im Keller vorzusehen. Es darf nicht zu einer zusätzlichen Brandausbreitung in die Kellerräume kommen. Bei toxischen Stoffen sind geeignete Maßnahmen zum Personenschutz zu treffen.

Bei der Ableitung brennbarer Flüssigkeiten der Brennbarkeitsklassen F1 und F2 besteht eine erhöhte Explosionsgefahr (Ex-Schutz-Maßnahmen beachten).

Beispiel A 4.6:
Löschwasser-Rückhalteanlage im erweiterten Auffangraum innerhalb des Gebäudes (durch Aufkantungen)



Vorteile:
Einfache bauliche Realisierung.

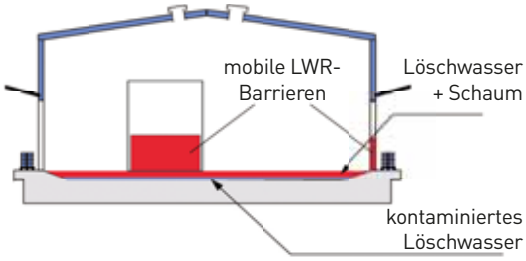
Das Rückhaltevolumen kann kurzfristig vergrößert werden, z. B. durch Setzen von Sperren oder Barrieren in Durchfahrten und Durchgängen, vorausgesetzt, Boden und Wände sind ausreichend dicht und medienbeständig.

Nachteile:
Die notwendigen Aufkantungen/Schwellen können betriebliche Abläufe beeinträchtigen.

Bei Entstehungs- und Teilbränden werden die Einsatzkräfte beim Innenangriff durch das aufgefangene Löschwasser behindert. Die Behinderung kann abhängig von der Stauhöhe des Löschwassers oder Schaums so groß werden, dass ein Vordringen ins Gebäudeinnere zu gefährlich wird. Eine Unterteilung der Löschwasser-Rückhaltung entsprechend den Lagerabschnitten oder das Auffangen des Löschwassers in einer Drainage kann diese Gefahr mindern.

Mit dem Wiederaufbau bzw. der Instandsetzung der Betriebsstätte und der Einrichtungen kann erst nach Abpumpen des Löschwassers begonnen werden. Abhängig von den betrieblichen Möglichkeiten der Zwischenlagerung des Löschwassers an anderer Stelle oder einer direkten ordnungsgemäßen Verwertung oder Entsorgung kann die Dauer der Betriebsunterbrechung erheblich verlängert werden.

Beispiel A 4.7:
Löschwasser-Rückhalteanlage im erweiterten Auffangraum innerhalb des Gebäudes (durch Barrieren)



Vorteile:
Das Rückhaltevolumen kann kurzfristig und einfach realisiert werden, z. B. durch Setzen von Sperren oder Barrieren in Durchfahrten und Durchgängen, vorausgesetzt, Boden und Wände sind ausreichend dicht und medienbeständig.

Nachteile:
Im Brandfall ist nicht sichergestellt, dass die Schotts auch tatsächlich eingesetzt/bedient werden (können).

Bei Entstehungs- und Teilbränden werden die Einsatzkräfte beim Innenangriff durch das aufgefangene Löschwasser behindert. Die Behinderung kann abhängig von der Stauhöhe des Löschwassers oder Schaums so groß werden, dass ein Vordringen ins Gebäudeinnere zu gefährlich wird. Eine Unterteilung der Löschwasser-Rückhaltung entsprechend den Lagerabschnitten oder das Auffangen des Löschwassers in einer Drainage kann diese Gefahr mindern.

Mit dem Wiederaufbau bzw. der Instandsetzung der Betriebsstätte und der Einrichtungen kann erst nach Abpumpen des Löschwassers begonnen werden. Abhängig von den betrieblichen Möglichkeiten der Zwischenlagerung des Löschwassers an anderer Stelle oder einer direkten ordnungsgemäßen Verwertung oder Entsorgung kann die Dauer der Betriebsunterbrechung erheblich verlängert werden.

Bilder mit freundlicher Genehmigung von:

Titelbild (links oben):
Georg Spangardt, Köln

Titelbild (rechts oben):
Infracor GmbH

Titelbild (links unten):
Wolfram Willand, Regierungspräsidium Freiburg

Titelbild (rechts unten):
Fotolia

Herausgeber: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV)

Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH • Amsterdamer Str. 174 • D-50735 Köln
Telefon: (0221) 77 66 - 0 • Fax: (0221) 77 66 - 341
Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.