



Bildquelle: Bild von Talpa auf Pixabay

Abb. 1: Für prozesstechnische Freianlagen sind i.d.R. szenarienbasierte Risikobeurteilungen notwendig.

Risikominderung bei prozesstechnischen Freianlagen

Für prozesstechnische Freianlagen sind im Baurecht keine konkreten brandschutztechnischen Anforderungen verankert. Brandschutztechnische Anforderungen aus dem Gefahrstoffrecht beziehen sich i.d.R. auf Lageranlagen. Zur Einhaltung der Schutzziele zum Brandschutz müssen die Inhalte von bauordnungsrechtlich erforderlichen Brandschutznachweisen somit auf der Basis einer Risikobeurteilung szenarienbasiert erarbeitet werden. Dieser Beitrag beschreibt die Sicherheitsphilosophie, die vorhandenen brandschutztechnischen Gefahren sowie die entgegenwirkenden vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen für prozesstechnische Freianlagen.

Dipl.-Ing. Michael Lischewski, Julian Rutecki, M.Sc.

Die Errichtung und der Betrieb von prozesstechnischen Freianlagen (z. B. innerhalb der Chemieindustrie, der Petrochemie oder bei Raffinerien) erfordern in Deutschland eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung. Davon betroffen sind sowohl Neuplanungen als auch Anlagenerweiterungen, -ertüchtigungen und Betriebsänderungen. Durch die Konzentrationswirkung des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens ist eine Bündelung von Genehmigungen anderer Rechtsgebiete, u.a. auch des deutschen Baurechts, gegeben. Brandschutztechnische Aspekte eines immissionsschutzrechtlich zu bewilligendem Vorhabens werden überwiegend im Rahmen des dort integrierten bauordnungsrechtlichen Verfahrens behandelt.

Prozesstechnische Freianlagen sind im Regelfall „*bauliche Anlagen, deren Nutzung durch Umgang oder Lagerung von Stoffen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr verbunden ist*“ (§ 2 Abs. 4 Nr. 17 MBO) und damit sog. Sonderbauten“ i.S.d. Bauordnungen der Bundesländer. Mit den Bauvorlagen ist daher ein Brandschutznachweis, i.d.R. ein Brandschutzkonzept, einzureichen. Anforderungen aus dem Brandschutz ergeben sich im Allgemeinen aus verschiedenen Rechtsgebieten. Maßgebend sind i.d.R. die bauordnungsrechtlichen Anforderungen z.B. aus der jeweiligen Landesbauordnung sowie aus der Industriebauordnung für industriell genutzte Gebäude und/oder die gefährstoffrechtlichen Regelungen (TRGS) für Lageranlagen.

Die bauordnungsrechtlichen Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes beziehen sich dabei zum allergrößten Teil auf Gebäude. Für prozesstechnische Freianlagen sind außer infrastrukturellen Maßnahmen keine konkreten bauordnungsrechtlichen Anforderungen vorgegeben. Für sie gilt allein die Schutzzieleformulierung zum Brandschutz (§ 14 MBO).

Sicherheitsphilosophie

Anders als das Baurecht, in dem hauptsächlich Maßnahmen festgelegt sind, die das Schadensausmaß eines Brandereignisses begrenzen sollen, geht das für prozesstechnische Freianlagen (insbesondere für Anlagen, die der Störfallverordnung unterliegen)

führende Immissionsschutzrecht vom Vorrang der eintrittsverhindernden Maßnahmen aus. Dies gilt insbesondere, um den Eintritt von Brandereignissen zu verhindern. Zu den v.g. Maßnahmen zählen insbesondere:

- Wahrung der Systemintegrität durch verfahrenstechnische Auslegung aller Anlagenteile auf eine maximale betriebliche Belastung, die prozesstechnische Überwachung und insbesondere das System der Wartung und Instandhaltung sowie regelmäßige Prüfungen insbesondere nach BetrSichV
- frühzeitige Erkennung einer dennoch auftretenden stofflichen Freisetzung
- Begrenzung der stofflichen Freisetzung und Ausbreitung

Maßnahmen zur Detektion auftretender Leckagen sowie zur Vermeidung von wirksamen Zündquellen ergeben sich dabei z.B. aus explosionsschutztechnischen Betrachtungen.

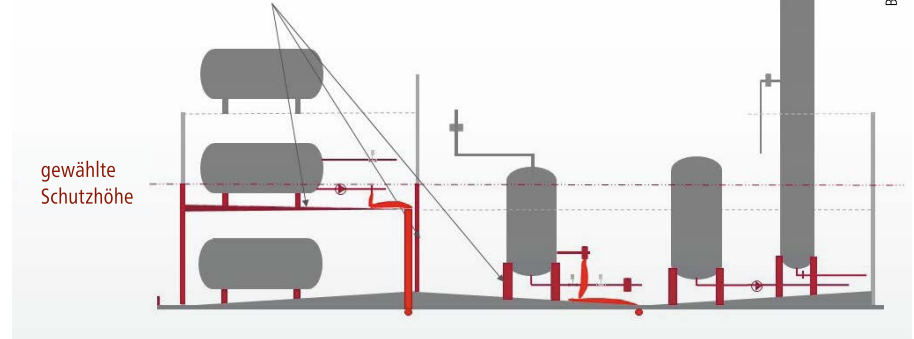
Gefahren durch Brände in prozesstechnischen Freianlagen

Im Bauordnungsrecht ergibt sich eine thermische Brandbelastung durch einen unterstellten Zimmerbrand, d.h. eine Brandentwicklung bei Abbrand des Interieurs, das im Regelfall überwiegend aus Holz, Natur- und Kunststoffen besteht. Die zur Prüfung von Bauprodukten und Bauarten zur Klassifizierung als „feuerhemmend“ (F30) und „feuerbeständig“ (F90) anzuwendende Bemessungsbrandkurve ist die sog. **Einheitstemperaturkurve (ETK)**.

Brände in prozesstechnischen Freianlagen sind jedoch überwiegend Kohlenwasserstoffbrände brennbarer oder entzündbarer Flüssigkeiten und Gase. Bei diesen Bränden ist ein deutlich schnellerer Temperaturanstieg und auch ein höheres Temperaturmaximum zu unterstellen. Im Brandfall liegt ein Hydrocarbonfeuer mit entsprechend definierter **Hydrocarbonbrandkurve (HC-Brandkurve)** vor. Die Prüfung von Bauprodukten und Bauarten nach der HC-Brandkurve ist im deutschen Bauordnungsrecht nicht erforderlich und wird nicht durchgeführt.

Bauprodukte und Bauarten mit baurechtlichen Verwendbarkeitsnachweisen sind generell gegen die ETK geprüft.

- feuerhemmende/feuerbeständige Beschichtung und Ableitflächen gemäß ETK
- Brandschutzbekleidung gemäß ETK
- Brandschutzbeschichtung gemäß UL 1709
- Heißbemessung gemäß EuroCode



Bildquelle: Rütteki

Abb. 2: Bauliche Maßnahmen zum Schutz der tragenden und aussteifenden Bauteile bis zu ca. 30 Minuten

Dabei ist dringend zu berücksichtigen, dass insbesondere eine Bemessung baulicher Maßnahmen (z.B. des Tragwerkschutzes durch Brandschutzdämmungen, Brandschutzbekleidungen oder Brandschutzbeschichtungen, sog. passiver Brandschutz) mittels Bauprodukten mit feuerhemmenden oder feuerbeständigen Eigenschaften gemäß bauordnungsrechtlichem Verwendbarkeitsnachweis bei einem HC-Brand allein keinen ausreichenden Schutz bietet.

Brandschutzmaßnahmen

Grundsätzlich gilt, dass die im Rahmen eines Brandschutzkonzepts vorgesehenen brandschutztechnischen Maßnahmen im Wesentlichen von der Leistungsfähigkeit der zuständigen Feuerwehr abhängig sind. Eine wirksame Brandbekämpfung durch die zuständige (öffentliche) Feuerwehr, aber auch eine anerkannte Werkfeuerwehr wird durch eine frühzeitige Branderkennung deutlich verbessert. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund einer unterstellten schnellen Brandentwicklung in prozesstechnischen Freianlagen nach der HC-Brandkurve.

Der Regelfall ist, dass in prozesstechnischen Freianlagen eine visuelle Branderkennung durch das ständig anwesende Personal erfolgt. Dies als ausreichende Maßnahme zur Branderkennung anzusetzen war bisher üblich, in heutiger Zeit unter Berücksichtigung einer geringen Schichtbesetzung und der Regelung *Rundgang einmal pro Schicht* ist dies jedoch nicht mehr zielführend. Ohne technische Maßnahmen zur Branderkennung muss unterstellt werden, dass ein Brand möglicherweise erst nach 10 bis

15 min erkannt wird, wobei ein definierter Zeitpunkt der Branderkennung nicht eindeutig festgelegt werden kann. Ein HC-Brand hat nach ca. 5 min jedoch bereits die Maximaltemperatur erreicht (ca. 1.100 °C – 1.200 °C). Selbst bei Unterstellung einer sofortigen Alarmierung einer (Werk)Feuerwehr kann in diesem Fall ein wirksamer Löschangriff bestenfalls erst nach 20 bis 25 min erfolgen.

Die Situation verbessert sich mit dem Vorhalten von automatischen Branderkennungseinrichtungen sowie halbstationären und/oder stationären bis hin zu selbsttätig auslösenden Feuerlöschanlagen. Zur Überbrückung des Zeitraums zwischen der Brandentstehung und dem Beginn der wirksamen Brandbekämpfung sollten je nach Wahl der technischen Einrichtungen des Brandschutzes zusätzlich Maßnahmen des passiven Brandschutzes vorgesehen werden. An Standorten ohne anerkannte Werkfeuerwehr sind aus Sicht der Autoren selbsttätig auslösende Feuerlöschanlagen bei Fehlen eines wirksamen passiven Brandschutzes der tragenden und aussteifenden Bauteile sowie kritischer Anlagenteile unerlässlich.

Vorbeugende Brandschutzmaßnahmen

Die klassischen Maßnahmen des passiven Brandschutzes für Tragkonstruktionen des Apparategerüsts sind eine Ausführung in Stahlbeton oder mit Mineralfaserbekleidungen von Stützen und Trägern. Darüber hinaus steht heutzutage eine Reihe von Brandschutzbeschichtungssystemen zur Verfügung.

Baulicher Brandschutz

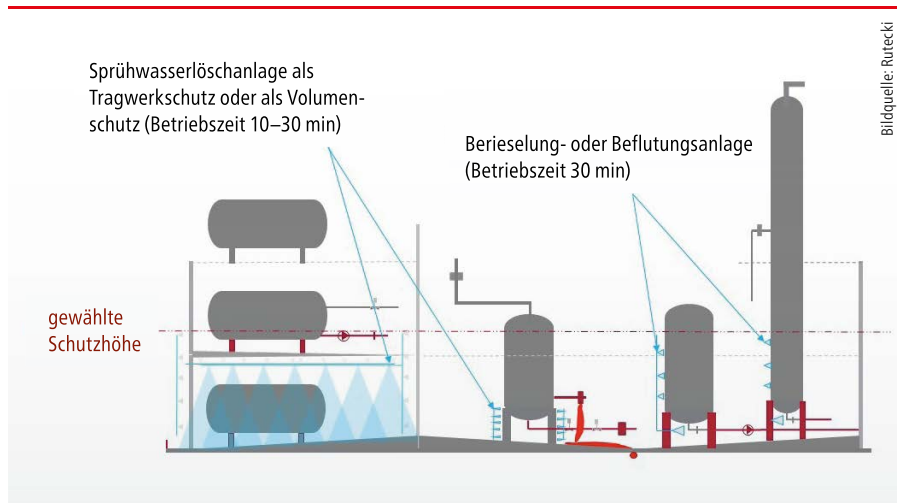


Abb. 3: Sprühwasserlöschanlage sowie Berieselungs- oder Beflutungsanlage

Geregelte Ausführungen der v.g. passiven Brandschutzmaßnahmen sind in Deutschland jedoch nur Bauprodukte und Bauarten mit einer Prüfung gegen die ETK. Durch passive Brandschutzmaßnahmen werden von der Brandentstehung bis zum wirksamen Löschangriff der Feuerwehr die Tragkonstruktionen und die Wandungen von Anlagenteilen bei einer Unterfeuerung vor thermischen Brandeinwirkungen geschützt.

Für eine Überbrückungszeit bis zu 10 min. bieten sich als passiver Brandschutz von Tragkonstruktionen und Wandungen von Anlagenteilen folgende Möglichkeiten an:

- Strahlungsschutzwände und Bodenbleche (ohne definierten Feuerwiderstand) zu benachbarten oder darüber liegenden Anlagenteilen
- feuerhemmende Brandschutzdämmungen oder Brandschutzbeschichtungen mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis für Tragkonstruktionen
- (verfahrenstechnische) Isolierung für Behälterwandungen (nichtbrennbares Dämmmaterial, Dicke von 30 mm bis 80 mm, Schmelzpunkt > 1.000 °C)

Für eine Überbrückungszeit bis zu 30 min. bieten sich als passiver Brandschutz von Tragkonstruktionen und Wandungen von Anlagenteilen insbesondere folgende Möglichkeiten an:

- feuerhemmende oder feuerbeständige Tragkonstruktionen, Wände oder Ableitflächen (Brandschutzbekleidung oder Beschichtung gemäß ETK)

- Brandschutzbeschichtung gemäß UL 1709
- Heißbemessung nach Eurocode
- Brandschutzisolierung von Behälterwandungen (nichtbrennbares Dämmmaterial, Dicke von ca. 100 mm, Schmelzpunkt > 1.000 °C)

Der Schutz der Tragkonstruktionen und der Wandungen von Anlagenteilen ist jedoch nur ein Teil des Problems bei einer Unterfeuerung. Der Unterfeuerungsschutz ist auch auf Flanschverbindungen und (Absperr-)Armaturen auszudehnen. Dieser Schutz kann insbesondere passiv durch Isoliermatten, Schutzkästen mit intumeszierender Innenbeschichtung oder durch die Einbeziehung in den Wirkungsbereich einer Sprühwasseranlage, die dem Tragwerkschutz dient, erfolgen.

Erweiterte Maßnahmen wie Sprühwasseranlagen, Berieselungs- und Löschanlagen

Sprühwasseranlagen oder Schaum/Wasser-Löschanlagen, schützen nicht nur das Tragwerk, sondern das ganze Volumen unterhalb der Sprühebene und damit auch alle technischen Einrichtungen, Apparate und Aggregate (Pumpen) sowie insbesondere Kabeltrassen und reduzieren damit erheblichen Sachwertschaden. Je nach Aufstellungsplanung und Belegungsdichte der Apparategerüste kann auch eine Auffangraumbeschäumung mittels Schwertschaum über eine halbstationäre bis hin zur selbsttätig auslösenden Feuerlöschanlage das Mittel der Wahl sein.

Zusätzlich können Behälterwandungen einen Berieselungsschutz haben.

Jet-Fire

Während die Pool-Fire-Problematik in prozesstechnischen Freianlagen zu einer Reihe von Regelungen führte, wird die Jet-Fire-Problematik nur in seltenen Fällen berücksichtigt. Jet-Fire sind als impulsbehaftete, gerichtete Medienstrahlen (brennbare Gase, aber auch Flüssigkeitsleckagen unter hohem Druck) insbesondere bei Versagen von Flanschdichtungen von unter Druck stehenden Behältern, Apparaten und Rohrleitungen zu befürchten. Ein Jet-Fire bewirkt im Gegensatz zu einer nur rein thermischen Belastung auf die Tragkonstruktion (wie beim Pool-Fire) insbesondere auch eine mechanische Belastung aufgrund des Strahl-Impulses. Beispielsweise können Brandschutzbeschichtungen, die nach bauaufsichtlicher Zulassung einen Feuerwiderstand aufweisen, durch den Strahl-Impuls „abgefräst“ werden, sodass die Tragkonstruktion schon nach kurzer Zeit blank und damit brandschutztechnisch ungeschützt vorliegt. Zudem ist die thermische Belastung bei einem Jet-Fire höher als bei einem HC-Brand oder einem Brand nach ETK. Die möglicherweise von einem Jet-Fire betroffenen Bereiche sind aus Sicht der Autoren zu identifizieren und weitergehend zu schützen.

Wie weitreichend ein impulsbehafteter Medienstrahl und wie groß der Gefährdungsbereich eines Jet-Fire damit ist, lässt sich jedoch nur sehr grob abschätzen. Als Hilfestellung können Ausbreitungsmodelle der bekannten Programmpakete zur Ermittlung störfallbedingter Stofffreisetzungen dienen. Maßnahmen zum Schutz von Tragkonstruktionen gegen Jet-Fire können aus Sicht der Verfasser entsprechend geprüfte (insbesondere nach ISO 22899-1) Beschichtungen oder Bekleidungen sein. Da Jet-Fire als impulsbehaftete gerichtete Medienstrahlen auftreten, wird ein lokaler Schutz im Einflussbereich des Jet-Fire-Strahls ausreichen. Für Wandungen von Apparaten und Rohrleitungen sehen die Verfasser – sofern ein schnelles Eingreifen beispielsweise durch eine Werkfeuerwehr möglich ist – beispielsweise eine verblechte Isolierung definierter Dicke mit Drahtnetzmatte als hinreichend an.

Fazit

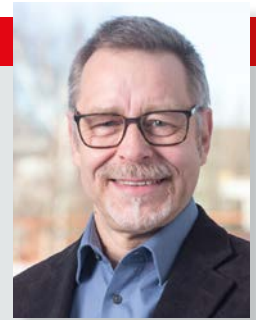
In bauordnungsrechtlichen Brandschutzkonzepten für Freianlagen gilt es mangels konkreter Anforderungen des Baurechts die Schutzzielformulierung zum Brandschutz mit Leben zu füllen.

Über Maßnahmen zur generellen Verhinderung und frühzeitigen Erkennung von Stofffreisetzungen durch Wahrung der Systemintegrität verfahrenstechnischer Anlagen sind insbesondere gefahrenbasiert Maßnahmen zu treffen, die auch einer schnellen Brandentwicklung und höheren Flammentemperaturen eines HC-Brandes Rechnung tragen. Neben anlagentechnischen Maßnahmen des Brandschutzes empfehlen die Autoren daher insbesondere zusätzlich Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes, ob neben Pool-Fire auch für Gefahren durch Jet-Fire, ist im Einzelfall zu bewerten. ■

Über die Autoren

Dipl.-Ing. Michael Lischewski

Bekanntgebener Sachverständiger gemäß § 29a BImSchG für die Fachgebiete Brand- und Explosionsschutz bei der DMT GmbH & Co. KG in Dortmund in dem Geschäftssegment Plant and Product Safety. Derzeit beschäftigt überwiegend mit brandschutztechnischen Fachfragen und Konzeptionen im Bereich der chemischen Industrie sowie mit brandschutztechnischer Bauüberwachung verfahrenstechnischer Anlagen.



Julian Rutecki, M.Sc.

Sachverständiger für Brandschutz sowie Teamleiter für die Prozessindustrie und konventionelle Kraftwerke bei der DMT GmbH & Co. KG in Dortmund in dem Geschäftssegment Plant and Product Safety. Erstellung von Brandschutzkonzepten, brandschutztechnischen Stellungnahmen sowie brandschutztechnische Beratung für z. B. verfahrenstechnische Anlagen, Tanklager, Füll- und Entleerstellen, Druckanlagen, Kraftwerke, Starkstromanlagen oder industrielle Gebäude.

