



Zoneneinteilung

Normen, Theorie und Praxis

von Estellito Rangel Jr.



Wenn die elektrische Ausrüstung für einen Industriebetrieb geplant wird, in dem mit brennbaren Substanzen gearbeitet wird, sind in der Anlagenplanung zuerst die explosionsgefährdeten Bereiche festzulegen. Sie werden in sogenannten Zoneneinteilungszeichnungen dokumentiert und mit dieser Unterlage wird die spezielle elektrische und elektronische Ausrüstung für jeden Bereich festgelegt. Ferner werden die Sicherheitsmaßnahmen für den Produktionsbetrieb und die Wartungsaufgaben vorgegeben.

Bei der Zoneneinteilung wird die Anlage analysiert und festgestellt, wo, wie und wie lange eine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.

Die internationalen Normen, an denen sich die Zoneneinteilung orientiert, sind: IEC 60079-10-1 für durch Gase und Dämpfe und IEC 60079-10-2 für durch Staub gefährdete Bereiche.

Dieser Artikel informiert über einige Schwierigkeiten und Gesichtspunkte, die beachtet werden müssen, wenn man solch eine technische Untersuchung auf Basis der Norm IEC 60079-10-1 durchführt.

Häufigkeit und Dauer der Anwesenheit von explosionsfähiger Atmosphäre

Explosionsgefährdete Bereiche werden in Zonen eingeteilt, basierend auf der Bewertung der Häufigkeit des möglichen Vorkommens und der Verweilzeit einer explosionsfähigen Gasatmosphäre. Die Definitionen in der Norm IEC 60079-10-1 lauten wie folgt:

- › Explosionsfähige Atmosphäre
Unter atmosphärischen Bedingungen vorliegendes Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf, Nebel, Staub, Fasern oder Flocken, in dem sich nach Zündung die Verbrennung im gesamten unverbrauchten Gemisch fortpflanzt
- › Zone 0
Ein Bereich, in dem ständig, langfristig oder häufig eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel vorhanden ist
- › Zone 1
Ein Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel gelegentlich auftritt
- › Zone 2
Ein Bereich, in dem nicht damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel auftritt, und wenn, dann nur selten und auch nur kurzzeitig

Man kann sagen, dass manche Begriffe wie ›langzeitig‹, ›kurzzeitig‹ und ›damit zu rechnen ist‹ nicht genau definiert sind. Die Anmerkung zu Paragraph 3.8 informiert: ›Hinweise zur Häufigkeit und Dauer des Auftretens können von Anleitungen für spezielle Industriebereiche oder Anwendungen entnommen werden.‹

Verschiedentlich wurde versucht, zeitliche Grenzen für diese Definitionen festzulegen, aber keine dieser Grenzen wurde offiziell übernommen. Die meisten als Empfehlungen genutzten Kennungen sind:

- › Zone 0
Vorkommen einer explosionsfähigen Atmosphäre länger als 1000 h/Jahr
- › Zone 1
Vorkommen einer explosionsfähigen Atmosphäre länger als 10, aber weniger als 1000 h/Jahr
- › Zone 2
Vorkommen einer explosionsfähigen Atmosphäre weniger als 10 h/Jahr

(Anmerk. der Redaktion: Diese Annahmen stammen aus einer Studie der British Petroleum Industry und sind in der Fachwelt sehr umstritten.)

Wenn man bedenkt, dass es in vielen Industriebetrieben nicht üblich ist, Gasdetektoren in Freianlagen zu installieren, kann ein eventuelles Leck mehr als 10 Stunden unentdeckt bleiben. Wenn man dann bedenkt, wie lange es von der Entdeckung eines Lecks bis zur Reparatur dauert, dann sind unter Umständen mehr als zehn Stunden vergangen, je nach Verfügbarkeit des Wartungsteams. Wenn also diese Zeitabschnitte bei der Zoneinteilung sorglos angewandt werden, dann würden viele Bereiche als Zone 1 klassifiziert werden müssen.

Ein Industriebetrieb mit Bereichen, in denen Lecks eine Konzentration über der unteren Explosionsgrenze (UEG) 10 h/Jahr erwartet werden, wird wahrscheinlich nur schlecht gewartet.

Ausdehnung der Gefahrzonen

Die Ausdehnung einer Ex-Zone hängt von der abgeschätzten oder berechneten Strecke ab, über die eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist, bevor sie sich in der Luft auf eine Konzentration unterhalb ihrer unteren Explosionsgrenze abschwächt – bei Beachten eines angemessenen Sicherheitsfaktors.

In Bezug auf Gase und Dämpfe gilt, je größer die Freisetzungsrate, desto größer die Ausdehnung der Zone. Die Freisetzungsrate selbst hängt von vielen Parametern ab, nämlich

- › Geometrie der Freisetzungsquelle
- › Freisetzungsgeschwindigkeit
- › Konzentration
- › Flüchtigkeit der Flüssigkeiten
- › Temperatur der Flüssigkeiten

Die Größe einer Wolke aus brennbaren Gas-/Luftgemischen oder Dampf und die Zeit, in der diese Wolke nach Ende der Freisetzung besteht, kann durch Lüftung beeinflusst werden.

In wie weit durch Lüftung die explosionsfähige Gasatmosphäre aufgelöst werden kann bzw. wie lange sie bestehen bleibt, hängt ab vom Lüftungsgrad, von der Verfügbarkeit der Lüftung und von der Ausführung des Lüftungssystems. Es kann z. B. sein, dass die Lüftung nicht ausreicht, um die Bildung einer explosionsfähigen Gasatmosphäre zu verhindern, aber sie kann ausreichen, um ihre Konzentration so zu verringern, dass sie unterhalb der UEG liegt.

Gemäß IEC 60079-10-1 gibt es drei Lüftungsgrade: stark, mittel und gering. Zur Beurteilung des erforderlichen Lüftungsgrades muss man zunächst die maximale Freisetzungsrate des Gases oder Dampfes an der Freisetzungsstelle kennen, entweder durch nachgewiesene Erfahrungswerte, nachvollziehbare Berechnung, fundierte Annahmen oder falls verfügbar, nach Angaben des Herstellers.

Die IEC 60079-10-1 führt in Annex B eine Methode zur Einschätzung eines hypothetischen Volumens V_z an, welches das Volumen darstellt, in dem die mittlere Konzentration eines brennbaren Gases oder Dampfes, abhängig vom Wert des Sicherheitsfaktors k , entweder das 0,25-fache oder das 0,5-fache der UEG ist.

Wichtig: die Berechnung von V_z soll nur helfen, den erforderlichen Lüftungsgrad festzulegen. →

Die Norm betont, dass das hypothetische Volumen V_Z nicht direkt in Bezug steht zur Ausdehnung des explosionsgefährdeten Bereiches und betont weiterhin, dass für genaue Empfehlungen zur Festlegung der Ausdehnung der explosionsgefährdeten Bereiche in speziellen Industrien oder besonderen Anwendungen auf nationale Regeln oder auf Regeln der betroffenen Industrie für die speziellen Anwendungen Bezug genommen werden sollte.

In Anhang C sind einige Beispiele zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche angeführt; sie stellen nur eine Orientierungshilfe dar und müssen den jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden.

Man sollte bedenken, dass es Leitlinien mit Beispielen und Zahlen für die Einteilungen explosionsfähiger Bereiche gibt, jedoch ohne Information darüber, auf welcher Basis die Größen festgelegt wurden, oder auch ohne Angabe zu den Besonderheiten der Anlagen. Manche Experten sagen, dass solche Größen nur durch eine qualitative Abschätzung festgelegt werden, da es keine wissenschaftliche Grundlage für die Festlegung der Zonenausdehnung gibt.

Rechenmodelle für die Beurteilung und Festlegung von Gefahrzonen

Um das Volumen einer explosionsfähigen Atmosphäre, die sich nach einem Leck gebildet hat, zu berechnen, werden verschiedene Rechenmodelle benutzt. Dies ist eine komplexe Aufgabe, da viele Einflussgrößen einbezogen werden müssen. Der wichtigste Parameter, um die Quelle eines Gaslecks zu definieren, ist die Freisetzungsrate. Sie kann leicht anhand der im Ausströmbereich gemessenen Temperatur und des Drucks berechnet werden. Die dabei verwendete Methode hängt davon ab, ob das Freisetzen subsonisch oder gedrosselt erfolgt. Bei der gedrosselten Freisetzung hört man am Freisetzungspunkt ein Geräusch. Für die Praxis wird angenommen, dass das freigesetzte Gas sich wie ein ideales Gas verhält.

In manchen Fällen werden kleine Lecks in der IEC 60079-10-1 als »NE« definiert, d. h. sie führen zu entzündbaren Wolken »mit vernachlässigbarer Ausdehnung« (negligible extent – NE). Das Kriterium für NE basiert auf dem Konzept eines Gaswolkenvolumens, angegeben als V_Z , mit einer mittleren Konzentration von 50% der UEG. In Fällen, in welchen das V_Z für Sekundärquellen kleiner ist als $0,1 \text{ m}^3$, werden diese Freisetzungen als NE klassifiziert. Die IEC-Norm enthält eine Methodik für die Einschätzung der Ausdehnung dieser Gaswolke in Innenbereichen, wobei der Ursprung der

Methodik unbekannt und die Genauigkeit eher fragwürdig ist, aber das grundlegende Konzept von NE ist klar.

Nachdem die Definition von V_Z vorgegeben ist und auch die Methodik zu ihrer Berechnung für Innenräume und Anwendungen in Innenbereichen zur Zoneneinteilung hiermit festliegt, gibt es in der IEC 60079-10-1 unter B.5.2.3 eine Methodik für die Einschätzung von V_Z für Anwendungen im Außenbereich. Sie basiert auf der Methodik für den Innenbereich, und deswegen benötigt man eine Schätzung der Raumgröße und des Lüftungsgrads, die den Bedingungen in Freianlagen in etwa entspricht. Solche Schätzungen sind zwangsläufig willkürlich. Es gibt das Beispiel eines hypothetischen Würfels mit Seitenlängen von 15m und einer Windgeschwindigkeit von 0,5m/s. Es gibt keinen zwingenden Grund für die Wahl dieses Raumvolumens. Eine Windgeschwindigkeit von 0,5m/s wird oft für die Berechnung einer Gefahrensituation verwendet. In der Norm wird korrekt darauf hingewiesen, dass das Ergebnis, das man durch diese Methodik und diese Beispielwerte für Raumvolumen und Windgeschwindigkeit erhält, mit Vorsicht zu betrachten ist, aber diese Werte werden trotzdem oft genutzt, wenn es keine anderen zutreffenden Leitlinien gibt.

UEG Volumen [Vol %]	M [kg/kmol]	UEG [kg/m³]	Freisetzungsrate [g/s]	Sicherheitsfaktor k	Umgebungstemperatur [°K]	(dV/dt) min [m³/s]	Volumen V_Z [m³]	
							f = 1	f = 5
4,4	16	0,0293	5,42	0,5	293	0,370	12,3	61,6

Tabelle 1: Beispiel einer V_Z -Berechnung für Methan-Luftgemische nach EN 60079-10-1 (f = Gütefaktor der Lüftung)



Einige kürzlich veröffentlichte Studien haben die Ausdehnungen von klassifizierten Bereichen anhand der IEC 60079-10-1-Formel mit Hilfe der CFD – Computational Fluid Dynamics – eine numerische Strömungssimulation überprüft, mit dem Ziel, Zonenausdehnungen durch eine quantitative Herangehensweise zu bestimmen.

Die Ausdehnung der Gaswolke, die mittels CFD-Simulationen ermittelt wurde, ist mit den Werten, die sich mit Hilfe der IEC 60079-10-1 ergaben, verglichen worden.

Man kann dazu sagen, dass eine Norm nicht unbedingt die einzig verbindliche Vorlage ist, um damit solche Berechnungen durchzuführen, da für jede Situation ein anderes Modell benötigt wird. Einschlägige Software, Fachbücher und Fachbeiträge bieten detailliertere Rechenmodelle für viele verschiedene Situationen an. Das Ziel einer Norm sollte sein, Verfahren für die mindestnotwendigen Parameter, die für die Ausarbeitung einer Zoneneinteilung benötigt werden, festzulegen. Danach liegt dann die Verpflichtung, jeweils die geeignete Zone auszuwählen und anzuwenden, bei dem Team, das die Analyse durchführt. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse einer Berechnung von V_z für durch Methan gefährdete Bereiche.

Der Gütefaktor f charakterisiert den Wirkungsgrad der Lüftung ($f=1$ Idealbedingungen, $f=5$ behinderter Luftstrom).

In Tabelle 2 werden die Ergebnisse für V_z bei Anwendung der Berechnungsmethode CDF und nach IEC 60079-10-1 verglichen, bei folgenden Annahmen: Methankonzentration bei 50 % UEG, Undichtigkeit: Druck = 5,0 bar und Größe der Leckstelle = 5,0 mm².

Die Ergebnisse der CFD-Simulation weisen darauf hin, dass die Gasvolumina V_z , die mit der IEC 60079-10-1-Formel berechnet wurden, für Freisetzungen bei niedrigem Druck in Freianlagen erheblich überschätzt

V_z unter Verwendung von CFD	V_z unter Verwendung der IEC 60079-10-1
0,0936	12,3 – 61,7

Tabelle 2: Vergleich der Berechnungsmethoden von V_z [m³] bei folgenden Annahmen: Methankonzentration bei 50 % UEG, Undichtigkeit: Druck = 5,0 bar, Größe der Leckstelle = 5,0 mm²

werden. Die Gaswolkenvolumina, die gemäß CFD-Methode errechnet wurden, sind bis zu drei Zehnerpotenzen kleiner als die mit Hilfe der IEC 60079-10-1-Formel berechneten. Bei Methan ergeben sich Gaswolkenvolumina, die kleiner als NE-Volumina, nämlich ca. 0,1 m³ sind.

In einigen veröffentlichten Artikel werden die Werte der IEC 60069-10-1- und CFD-Modelle für Wasserstoff verglichen. In diesen Artikeln wird abschließend festgestellt, dass wegen der hohen Diffusionsgeschwindigkeit und des Auftriebs von Wasserstoff die Berechnungen gemäß IEC 60079-10-1 zu kritisch sind und möglicherweise falsche Ausdehnungsvolumina ergeben. In diesen Arbeiten wurden verschiedene mögliche maximale Diffusionsraten für Wasserstoff und auch verschiedene Leckgrößen in Rohrverbindungen und Anlagenteilen zusammen mit vorgegebenen Lüftungsbedingungen berücksichtigt, welche dann mit der Berechnung des hypothetischen explosionsfähigen Volumens unter den in der IEC 60079-10-1 angegebenen Bedingungen verglichen wurden. Danach konnten die Anforderungen für Wasserstoff in existierenden Leitfäden und Normen durch Berechnungen nach dem CFD-Modell in den meisten Fällen erheblich gelockert werden.

Bei dem Vergleich, mit einer vorgegebenen Massenleckrate wird ein Gemisch mit Wasserstoff eine 8 mal größere brennbare Wolke bilden als Methan, da die Wolkengröße durch den Durchsatz in Mol pro Sekunde bestimmt wird und nicht in kg/s.

Dies zeigt eindeutig, dass es bei der Ermittlung und Festlegung von Gefahrzonen nicht richtig ist, nur einen typischen Stoffwert einzusetzen ohne die anderen Eigenschaften der Stoffe zu bedenken.

Die Beschäftigung mit der hier dargestellten Problematik wird mit Sicherheit Auswirkungen auf die derzeitige Praxis der Zoneneinteilung von explosionsgefährdeten Bereichen haben.

Darstellungen von Zoneneinteilungen

Es wird empfohlen, dass die verschiedenen Schritte, die zur endgültigen Festlegung der Ausdehnung von Zonen führt, genau dokumentiert werden.

Verwendete relevante Informationen sollten verweisen auf:

- › Empfehlungen in den entsprechenden Regeln und Normen
- › Kennwerte und Berechnungen der Verteilung von Gasen und Dämpfen
- › Untersuchung der Lüftungswerte in Bezug auf die Freisetzungsparmeter von brennbaren Substanzen, so dass die Wirksamkeit der Lüftung bewertet werden kann.



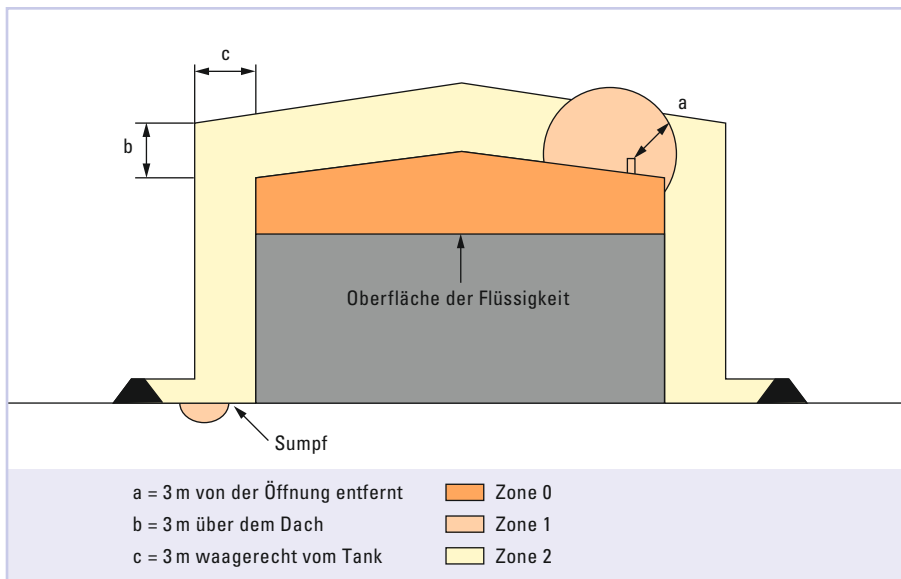


Bild 1: Beispiel Nr. 8 einer Gefahrzoneneinteilung im Anhang der IEC 60069-10-1: Speichertank im Außenbereich, Ausdehnung der Gefahrzonen

Die Darstellung von Zoneneinteilungen in Zeichnungen ist für denjenigen, der elektrische Betriebsmittel plant oder installiert, hilfreich, und somit sollten solche Zeichnungen neben der Abgrenzung der gefährdeten Betriebsteile die Explosionsgruppe und Temperaturklasse vorhandener brennbarer Substanzen enthalten.

Obwohl in der IEC 60079-01-1 einige Darstellungen von Zoneneinteilungen enthalten sind, werden nur einige, aber nicht alle Parameter, welche die Art und die Größe der Zonen beeinflussen, angegeben. Es werden einige Einflussgrößen spezifiziert, andere werden zwar aufgeführt aber nicht quantitativ bewertet.

Um die Abstände zu erreichen, die in den Darstellungen angegeben sind, müssen spezielle Bedingungen in den Anlagenteilen angenommen werden. Bezüglich der Leckverluste werden die mechanische Ausführung der Betriebsmittel und andere maßgebliche Kriterien beachtet. Sie sind jedoch nicht für alle Anwendungsfälle vollständig, da Faktoren, wie verwendetes Material, Abschaltzeiten, Dispersionszeit, Druck und Temperatur die Zoneneinteilung beeinflussen und deshalb bei der Gefahrzonenfestlegung bedacht werden müssen. Somit bieten diese Beispiele nur einen Leitfaden und müssen entsprechend der speziellen Umstände

angepasst werden. Diese bedeutet wohl, dass diese Darstellungen nicht immer richtig sind und dementsprechend nicht bei allen Beurteilungen der Zoneneinteilung verwendet werden können.

Ein Beispiel für die notwendige Sorgfalt bei der Analyse solcher Darstellungen ist in Bild 1 wiedergegeben, das einen Speichertank für brennbare Flüssigkeiten mit festem Dach im Außenbereich zeigt und dem Anhang C (Beispiel Nr. 8) entnommen ist.

Nur eine Freisetzungsstelle wird angenommen – die Auslassöffnung – und der umliegende Bereich ist in Zone 1 eingeteilt. Weitere Freisetzungsmöglichkeiten könnten vor Ort vorhanden sein, z. B. Flanschverbindungen, welche in der Zeichnung nicht dargestellt sind. Im Falle einer fehlerhaften Überfüllung ergibt sich, wie dargestellt, ein Zone 2-Bereich um den Tank.

Man sieht in der Zeichnung, dass auch der Sumpf als Zone 1 klassifiziert wurde. Wenn man bedenkt, dass die Zone 1 per Definition ein Bereich ist, in dem damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre bei normalem Betrieb auftreten kann und dass dieser Vorgang unter atmosphärischen Bedingungen abläuft, dann

scheint die Einteilung der Sickergrube in Zone 1 auf den ersten Blick widersprüchlich, besonders da eine explosionsfähige Atmosphäre im Innern der Sickergrube nur im Fall einer Überfüllung des Tanks entstehen kann oder im Falle eines Lecks in einer Flanschverbindung (sekundäre Freisetzungsquelle). Die Berechtigung einer Einteilung in Zone 1 hängt mit den Auswirkungen der Lüftung zusammen, wie in Anhang B.7, Tabelle B.1 dargestellt. Hier besteht die Möglichkeit, dass eine sekundäre Freisetzungsquelle eine Zone 1 hervorrufen kann, wenn der Lüftungsgrad niedrig ist. Dies ist für Innenräume möglich, aber es ist nicht klar, ob dies auch für Freiflächen mit natürlicher Lüftung gilt, wie im Beispiel Nr. 8 (Bild 1) festgelegt.

Eine weitere wichtige Feststellung ist, dass die in dieser Abbildung angegebenen Abstandswerte nicht zuverlässig zu sein scheinen, da aufgrund der natürlichen Lüftung eine explosionsfähige Atmosphäre im Außenbereich nur schwer gebildet werden kann und weder die Abmessungen des Tanks noch der Freisetzungsgrad durch die Öffnung definiert sind. In einem größeren Abstand in der Grundebene um den Tank und über dem Erdboden entstehen gefährliche Dämpfe nur, wenn eine größere Menge verschüttet wird, was aber ungewöhnlich ist. Außerdem wird der Wind die Ausdehnung der Zone 2 beeinflussen und somit ist es nicht möglich, die Abstände, die in Beispiel Nr. 8 angegeben sind, für alle vorkommenden Fälle bei Tanks für Flüssigkeiten anzuwenden, unabhängig von der gelagerten Substanz.

Bild 2 verdeutlicht diese Aussage, da in einem anderen Leitfaden für die gleichen Speicherbedingungen verschiedene Zonen und Abstände festgelegt wurden, ohne jedoch Angaben über Einbaumaße und Lüftungskennzahlen zu machen.

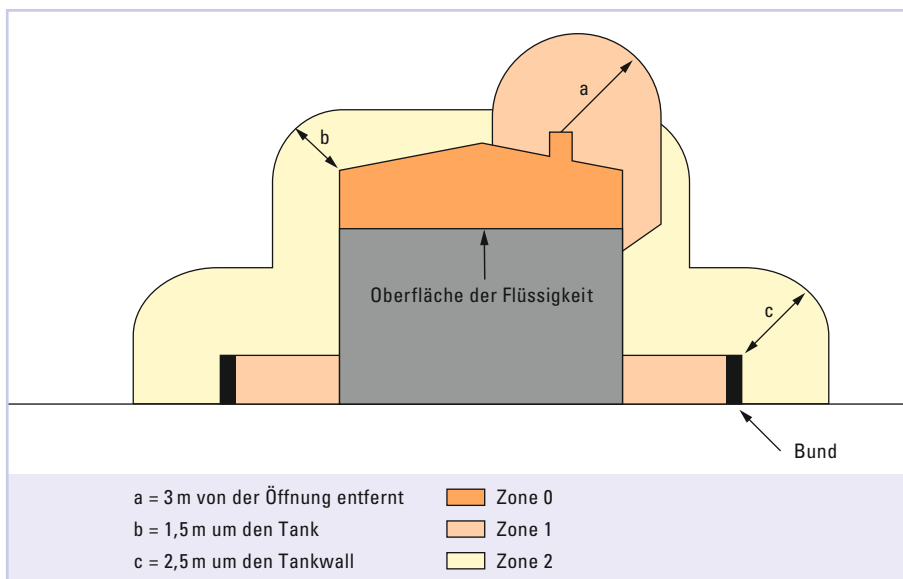


Bild 2: Zoneneinteilung für Speichertanks gemäß einem speziellen Leitfaden

Allgemeine Betrachtungen zu Explosionsgefahren

Explosionsschutz ist besonders wichtig für die Sicherheit. Während Explosionen das Leben und die Gesundheit der Beschäftigten durch unkontrollierte Auswirkungen von Flammen und Druck gefährden, kann das Auftreten von gesundheitsschädlichen Reaktionsprodukten oder der Entzug von Sauerstoff zur Vergiftung oder Erstickung der Beschäftigten führen. In Europa wird in der ATEX-Richtlinie 99/92/EG Wert darauf gelegt, dass Zündgefahren nicht nur auf elektrische Betriebsmittel begrenzt sind und somit es nötig ist, auch nicht-elektrische Zündquellen bei der Ausarbeitung des Explosionsschutzdokuments zu berücksichtigen. Dieses Dokument beinhaltet die Feststellung der Gefahren, die Bewertung der Risiken und die Festlegung der besonderen Maßnahmen, die getroffen werden müssen, um die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten, die in explosionsgefährdete Bereiche arbeiten, zu gewährleisten.

Heutzutage gibt es gewerbliche Softwareprogramme, die speziell dafür entwickelt wurden, Explosionsszenarien abzuschätzen, und es ist wichtig, festzustellen, dass die Auswirkungen von Explosionen stark schwanken können, je nach den Umgebungsbedingungen. Zum Beispiel hat die unmittelbare Entzündung von Wasserstoff andere Auswirkungen als eine zeitverzögerte Entzündung. Bei der unmittelbaren Entzündung gibt es bei andauerndem Leckverlust einen Feuerstrahl, und bei unterbrochenem Austritt entstehen Feuerbälle, während es bei einer zeitverzögerten Entzündung bei ständigen oder spontanen Leckagen zu Feuergarben oder Verpuffungen kommt.

In der IEC 60079-10-1 wird unter Paragraph 4.2 eine scheinbar widersprüchliche Aussage getroffen; im zweiten Absatz heißt es: »Deshalb muss in Situationen, in denen eine hohe Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer explosionsfähigen Gasatmosphäre besteht, die Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln sichergestellt sein, bei denen die Wahrscheinlichkeit der Bildung einer Zündquelle gering ist. Umgekehrt dürfen dort, wo die Möglichkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Gasatmosphäre gering ist, elektrische Betriebsmittel verwendet werden, die weniger strengen Anforderungen genügen.« Dies bestärkt das Ziel, Explosionen zu vermeiden, in Übereinstimmung mit den

ATEX-Anforderungen. Überraschenderweise steht dann aber im dritten Absatz folgendes: »... kann eine Gefahrenbeurteilung durchgeführt werden, um zu beurteilen, ob als Folge der möglichen Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre die Verwendung eines Betriebsmittels mit einem höheren Geräteschutzniveau (Equipment Protection Level EPL) erforderlich ist oder der Einsatz eines Geräts mit einem geringeren Geräteschutzniveau als gewöhnlich erforderlich gerechtfertigt ist.«

Wenn ein gewöhnlich erforderliches Geräteschutzniveau die Mindestanforderung nach ATEX-Richtlinie 1999/92/EC Anhang II A 2 erfüllt: »2.5 Es sind alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, um sicherzustellen, dass der Arbeitsplatz, die Arbeitsmittel und die dazugehörigen Verbindungsvorrichtungen, die den Arbeitnehmern zur Verfügung gestellt werden, so konstruiert, errichtet, zusammengebaut und installiert wurden und so gewartet und betrieben werden, dass das Explosionsrisiko so gering wie möglich gehalten wird und ...«, hört sich die Alternative, ein »geringeres EPL« zu verwenden so an, als könne eine Zündung erlaubt werden. Das kann man als eine höhere Gefährdung der Beschäftigten und der Umgebung verstehen.

Da in der IEC 60079-10-1 kein Hinweis auf die Grundlagen einer Gefahrenbewertung gegeben wird und man bedenkt, dass dies auch schwierig sein kann, da eine Betriebs-einrichtung verschiedene Zündgefahren besitzt, darf eine solche Beurteilung nur von einer »befähigten Person« ausgeführt werden, befähigt im Bereich Explosionsschutz aufgrund ihrer Erfahrung und/oder ihrer Berufsausbildung. In Deutschland und anderen Staaten muss die »befähigte Person« eine behördliche Anerkennung besitzen (siehe Artikel Seite 48).



Schlussfolgerungen

Die Entwicklung von Rechenmodellen für die Gasausbreitung ist keine einfache Aufgabe. Wenn man einer thermodynamischen Modellrechnung nahekommen möchte, muss das Ergebnis auch den örtlichen Gegebenheiten und Erfahrungen gemäß angepasst sein.

IEC 60079-10-1 ist eine Norm in der Entwicklungsphase. Wenn man bedenkt, dass Zoneneinteilung viel mit Thermodynamik und Strömungslehre zu tun hat, wäre vielleicht die ISO anstatt der IEC der richtige Ort für die weitere Entwicklung der Norm, da Elektroingenieure nicht immer das technische Wissen in Bezug auf die Anforderung an die Lüftung und auf das Verhalten von Gasen und den physikalischen Eigenschaften der Gase haben.

Die Festlegung der Zoneneinteilung kann nicht die Pflicht einer einzelnen Person sein und basiert nicht bloß auf der Anwendung von Formeln. Hinausgehend über das Verständnis für die Bedeutung der Eigenschaften brennbarer Substanzen, ist es nötig, Informationen über das vorliegende Systemverhalten zu bekommen, und zwar von den Fachleuten, die die Prozesse und Anlagen kennen, einschließlich der Fachleute der Sicherheitstechnik, der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und weiterer qualifizierter Ingenieure mit genügend Erfahrung, um genau zu wissen, welche Überlegungen zu jeder Situation angestellt werden müssen. Dies wird durch die Tatsache unterstrichen, dass zwar in vielen Leitfäden Darstellungen

zu finden sind, an welchen man sich orientieren kann, welche Ausdehnung explosionsfähiger Atmosphäre zu erwarten ist. Aber diese Darstellungen sind nicht auf alles anwendbar, da es, wie vorstehend schon angeführt, viele Faktoren gibt, die die Zonenausdehnungen in den Anlagen beeinflussen.

Es ist daher wünschenswert, dass eine Verlagerung der Weiterentwicklung der IEC 60079-10-1 unter Einbeziehung von Experten aus dem Bereich Gasausbreitung, Thermodynamik und Strömungslehre erfolgt und dadurch die Norm so ergänzt wird, dass zukünftig die für die Zoneneinteilung verantwortlichen Personen detaillierte und genaue Unterlagen zur Hand haben. Dies betrifft insbesondere auch die Normen für nicht-elektrische Betriebsmittel.

Literaturhinweise

- [1] Gant, S. E., Ivings, M. J.: CFD modelling of low pressure jets for area classification, HSL, UK, 2005
- [2] Webber, D. M., Ivings, M. J.: Defining a hazardous volume for jet dispersion, UK, 2009
- [3] Rangel Jr., Estellito: Handling changes from Divisions to Zones. IEEE IAS Applications Magazine, USA, May/June 2004
- [4] Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähiger Atmosphäre gefährdet werden können, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 28.01.2000; L23/57
- [5] Tchouvelev, A., Howard, G., Cheng, Z. and Agranat, V.: Defining hazardous zones – electrical classification distances, Canada, 2005
- [6] Rangel Jr., Estellito.: New philosophy for classifying locations using quantitative methods, VIII National Conference on Electrical Installations, Brazil, 2001
- [7] IEC 60079-10-1 Explosive atmospheres – Part 10 – 1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres, 2008
- [8] Cox, A.W., Lee, F.P. and Ang, M.L.: Classification of hazardous locations IChem, UK, 1993
- [9] McMillan, A.: Electrical installations in hazardous areas, Butterworth Heinemann, 1998
- [10] Rangel Jr., Estellito: Brasilien geht den IEC-Weg – Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, Ex-Zeitschrift 35/2003, S.38
- [11] Cabral, P., Damaso, V., Aguiar, L.: Utilization of a CFD-based approach for risk assessment calculations of natural gas releases in ducts, 3rd Latin American CFD meeting applied to oil & gas industry, Brazil, 2008
- [12] Ivings, M., Clarke, S., Gant, S., Fletcher, B., Heather, A., Pocock, D., Pritchard, D., Santon, R., Saunders, C.: Area classification for secondary releases from low pressure natural gas systems, HSE, UK, 2008