ROSE

A Phoenix Mecano Company

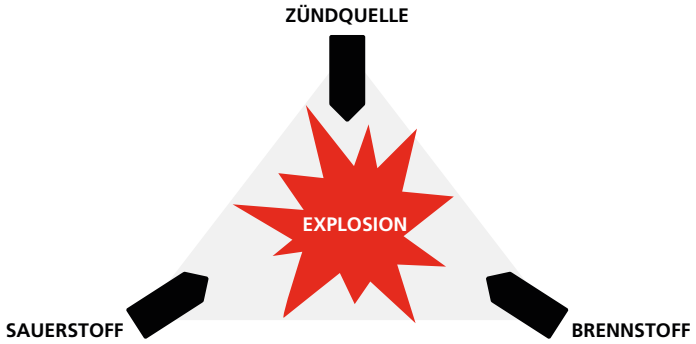
Explosionsschutz in der Prozessindustrie

Ex d Gehäuse verstehen und normgerecht anwenden

White Paper
Juni 2018

EXPLOSIONSFÄHIGE ATMOSPHÄREN FINDEN SICH IN ZAHLREICHEN BEREICHEN DER PROZESSINDUSTRIE. SIE ERFORDERN BESONDERE VORKEHRUNGEN UND SCHUTZKONZEPTE, UM DEN SICHEREN EINSATZ ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL ZU GEWÄHRLEISTEN. EINE OPTIMALE LÖSUNG FÜR DEN EX-SCHUTZ BIETEN ZUM BEISPIEL DRUCKGEKAPSELTE GEHÄUSE IN DER ZÜNDSCHUTZART EX D. DER ENDANWENDER MUSS DIESE JEDOCH DEN NORMEN ENTSPRECHEND EINSETZEN, UM DIE ZERTIFIZIERUNG DER GESAMTEN AUSRÜSTUNG NICHT ZU GEFÄHRDEN.

Trotz Tesla, Twizy, i3 und vielen weiteren elektrisch angetriebenen Fahrzeugen steigt der Bedarf nach Öl z. B. für die Produktion von Treibstoffen stetig an. Auch die chemische Industrie befindet sich im Wachstum, das Investitionsvolumen hat sich in dieser Branche von 2005 bis 2015 verdreifacht. Für den Anlagenbau bringen diese Bereiche jedoch auch besondere Herausforderungen mit sich, da bei vielen Prozessen in der chemischen und petrochemischen Industrie brennbare Stoffe wie Gase, Flüssigkeiten oder auch Stäube verarbeitet, gelagert oder umgeschlagen werden – dies betrifft ebenso verschiedene Produktionsabläufe in der Nahrungs-, Futtermittel- und Pharmaindustrie, in der Landwirtschaft oder im Bergbau. Geraten Brennstoffe mit Sauerstoff und einer Zündquelle in Verbindung – durch beispielsweise heiße Oberflächen oder Funken – besteht die Gefahr einer Explosion. Aus diesem Grund müssen Anlagenbauer und -betreiber zum Schutz der Arbeitnehmer beim Umgang mit diesen Stoffen besondere Vorschriften befolgen und entsprechend zertifizierte Bauteile und Geräte verwenden. In Deutschland gibt es dazu ein breites Regelwerk in der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).



Primärer, sekundärer und tertiärer Explosionsschutz

Zum Schutz vor Explosionen werden in der Sicherheitstechnik drei verschiedene Maßnahmen unterschieden: Der **primäre Explosionsschutz** sorgt dafür, dass keine explosionsfähige Atmosphäre entsteht. Dies kann beispielsweise durch Verdünnung einer brennbaren Flüssigkeit, Substitution eines explosionsfähigen Staubes durch ein ungefährliches gröberes Granulat oder auch durch die Reduktion des Sauerstoffgehalts in der Luft erfolgen.

Beim **sekundären Explosionsschutz** wird sichergestellt, dass keine Zündquelle in explosionsfähiger Atmosphäre vorhanden ist, wie z. B. Funken, heiße Oberflächen oder Schlagfunken. Es werden also speziell auf diesen Bereich ausgelegte Geräte benötigt. Hierunter fallen beispielsweise Geräte der weit verbreiteten Zündschutzarten Ex e und Ex i.

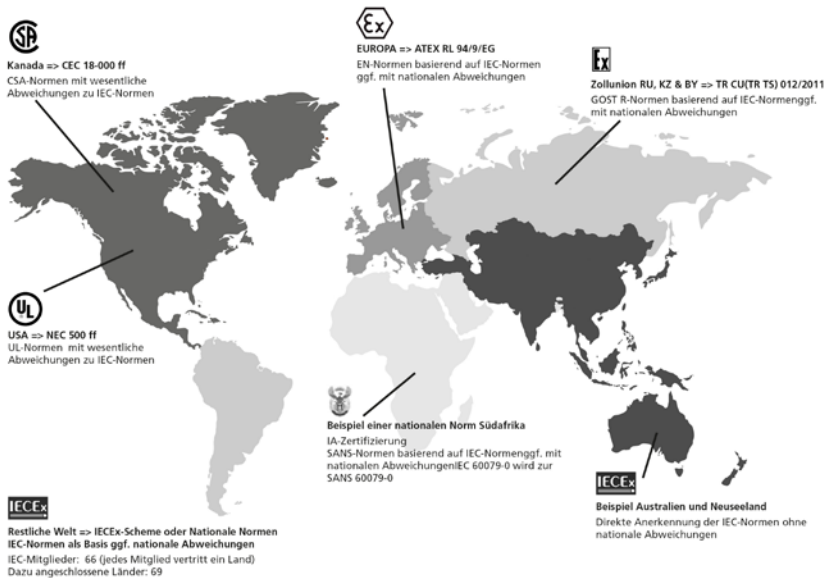
Da die Auswahl an Komponenten mit einer entsprechenden Zulassung zum Beispiel in der Automatisierung jedoch begrenzt ist, gibt es noch eine dritte konstruktive Möglichkeit, nämlich übliche Industriekomponenten in einem druckfest gekapselten Gehäuse der Zündschutzart Ex d in explosiver Atmosphäre einzusetzen. Der **tertiäre Explosionsschutz** sorgt hier dafür, dass die Auswirkungen einer auftretenden Explosion eingedämmt werden und der Anwender somit die Möglichkeit hat, aus der gesamten Bandbreite von Automatisierungskomponenten auszuwählen.

Die Geschichte des Ex d Gehäuses begann im Bergbau

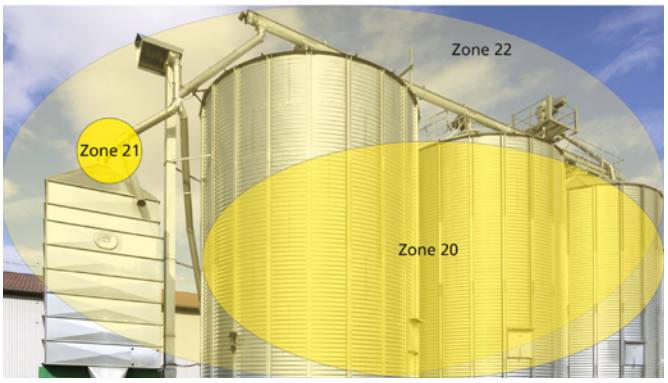
Die Entwicklung von Zündschutzkonzepten begann im frühen 19. Jahrhundert mit der Entwicklung der ersten Grubenlampe. Mit dem Einsatz der Zündschutzart Ex d wurde der sichere Einsatz von elektrischer Energie im Bergbau revolutioniert. Unfälle aufgrund von Explosionen in Bergwerken konnten auf ein beachtliches Niveau gesenkt werden. Heute kommen Ex d Gehäuse in vielfältigen Industrieapplikationen zum Einsatz. Diese halten dem Druck einer Explosion im Inneren stand, die Zündenergie wird über den Spalt abgebaut und gelangt nicht nach außen.

Explosionen mit Zündschutzkonzepten verhindern

Mit verschiedensten Konstruktionsprinzipien werden im Rahmen des Explosionsschutzes, mit Hilfe von definierten Zündschutzarten Vorkehrungen getroffen, um Explosionen zu vermeiden. Die Grundidee, die sich hinter jeder Zündschutzart verbirgt, ist die Vermeidung des gleichzeitigen Vorhandenseins einer explosionsfähigen Atmosphäre und einer potentiellen Zündquelle. Zündschutzarten sind in verschiedenen internationalen und europäischen Normen IEC/EN 60079 ff. definiert. Entsprechende Vorgaben und Richtlinien müssen bei der Konstruktion, Fertigung und Prüfung von Geräten oder Schutzsystemen durch den Hersteller eingehalten und diese entsprechend gekennzeichnet werden.



In explosionsgefährdeten Bereichen gelten die relevanten europäischen **(EN 60079-1) und internationalen Normen (IEC 60079-1)**. Zusätzlich zu der EN / IEC 60079-0 „Allgemeine Anforderungen", müssen Hersteller und Endnutzer in Europa auch die Anforderungen aus der EU Richtlinie 2014/34/EU (ATEX) und 1999/92/EG erfüllen. Die EU Richtlinie 2014/34/EU regelt die bestimmungsgemäße Verwendung von Geräten und Schutzsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen. Die Richtlinie 1999/92/EG beinhaltet Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können und betrifft insbesondere die Anlagenbetreiber. Explosionsfähige Atmosphären werden in der EN / IEC 60079-0 in sogenannten Zonen eingeteilt. Eine Zonenklassifizierung bewertet nicht die Auswirkungen einer Explosion, sondern beschreibt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens sowie die Menge, Dauer und Eigenschaften explosionsfähiger Gase oder Staubgemische.



Kategorisierung in Geräte- und Stoffgruppen

Je nach Gefahrenpotenzial, sind explosionsfähige Gase in die Gasgruppen IIA, IIB, IIC und explosionsfähige Stäube in die Staubgruppen IIIA, IIIB, IIIC eingeteilt. Die Gruppen IIC und IIIC, stellen die jeweils gefährlichsten Stoffgruppen dar.

Für alle Geräte, die eine potenzielle Zündquelle aufweisen, müssen im Rahmen einer Risikobeurteilung durch den Hersteller, Schutzmaßnahmen zum Explosionsschutz getroffen werden. Eine Kategorisierung der Betriebsmittel findet in den Gerätegruppen statt. Hier steht die Gruppe I für Geräte zum Einsatz in schlagwettergefährdeten Bergwerken, Gruppe II für Geräte zum Einsatz in explosionsgefährdeten Gasatmosphären und die Gerätegruppe III für den Einsatz in explosionsgefährdeten Staubatmosphären.

Das Equipment Protection Level (EPL) bezeichnet das Geräteschutzniveau nach IEC 60079-0: 2011. Geräte und Schutzsysteme, die in explosionsgefährdeten Bereichen zum Einsatz kommen, müssen entsprechend klassifiziert, gekennzeichnet und geprüft werden. Der Buchstabe „G“ steht dabei für gasexplosionsgeschützte Geräte, „D“ für staubexplosionsgeschützte Geräte.

Geräte-kategorie	Schutzniveau EPL	Maße an Sicherheit	Einsetzbar in Zonen
Gase, Dämpfe und Nebel			
1G	Ga	sehr hoch	0, 1, 2
2G	Gb	hoch	1, 2
3G	Gc	normal	2
Stäube			
1D	Da	sehr hoch	20, 21, 22
2D	Db	hoch	21, 22
3D	Dc	normal	22
Schlagwettergefährdete Grubenbaue			
M1	Ma	sehr hoch	Weiterbetrieb bei Ex-Atmosphäre
M2	Mb	hoch	Abschalten bei Ex-Atmosphäre

Quelle: Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

Was ist bei der Anwendung von Ex d Gehäusen zu beachten?

Auch wenn eine entsprechende Prüfung und Kennzeichnung gegeben ist, muss der Anwender bei der Verwendung von Ex d Gehäusen zur druckfesten Kapselung von elektrischen Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen die Auswirkungen der Kapselung und die Funktion des Gesamtgerätes genau verstehen. Vor allem Anlagenbetreiber müssen einen besonderen Fokus darauf haben, dass die Installateure und das Wartungspersonal für die Inbetriebnahme und Wartung von druckfest gekapselten Gehäusen qualifiziert sind, um die Zertifizierung der gesamten Ausrüstung nicht zu gefährden.

- Die primäre Funktion eines Ex d Gehäuses besteht darin, die Ausbreitung einer internen Explosion zu verhindern.
- Außerdem schützt das Gehäuse die verbauten Betriebsmittel vor Umgebungseinflüssen wie Feuchtigkeit, Schmutz, Staub oder Wasser.
- Ein Ex d Gehäuse ist mechanisch so ausgelegt, dass es einer internen Explosion standhält.
- Die Ausführung des Gehäuses und speziell des Zündspalts verhindert die Ausbreitung von Funken, Flammen und heißen Gasen, damit eine das Gerät umgebende explosionsfähige Atmosphäre nicht gezündet wird.
- Bei Ex d Gehäusen ist es wichtig, dass der sogenannte Zündschutzspalt nicht beschädigt wird.

Normkonformer Einsatz von Ex d Gehäusen

Ob im Einsatz auf einer Ölplattform auf dem offenen Meer oder auf einer petrochemischen Anlage an Land, der Anwender und Betreiber sollte immer die Auswirkungen von Modifikationen an Ex d Gehäusen kennen und verstehen. Denn sobald Ex d Geräte den Hersteller und sein Qualitätssystem verlassen haben, geht die Verantwortung für den sicheren Einsatz komplett an den Endanwender über. Genau hier liegt jedoch die Herausforderung für den Anlagenbetreiber. Werden beispielsweise Modifikationen am Gehäuse notwendig – wie z. B. nachlackieren, weitere Verdrahtungen usw. – gibt es keine Richtlinie, an der sich Hersteller oder Betreiber orientieren können.

Risiken durch nachträgliches Lackieren

Nachträgliches Lackieren eines Ex d Gehäuses, insbesondere wenn Farbe in den Zündspalt eindringt, kann sich negativ auf die Zertifizierung auswirken. Darüber hinaus können überlackierte Schrauben den Zugang zum Gehäuse verhindern.

Da Lacke normalerweise nicht leitfähig sind, kann dies auch zu elektrostatischen Gefahren und der Entstehung einer zusätzlichen, potentiellen Zündquelle führen. Gemäß EN / IEC 60079-0, müssen elektrische Betriebsmittel so konstruiert sein, dass unter üblichen Gebrauchs-, Wartungs- und Reinigungsbedingungen, eine Zündung durch elektrostatische Aufladung vermieden wird. Die Norm gibt genaue Vorgaben,

welche Schichtstärken (z. B. bei Lacken) und Oberflächen (z. B. bei Beschriftungsschilder aus Kunststoffen) als Maximalwert eingehalten werden müssen.

Grenzwerte für nichtmetallische Schichtdicken

Geräte der Gruppe II			
EPL	**Gruppe IIA**	**Gruppe IIB**	**Gruppe IIC**
Ga	2 mm	2 mm	0,2 mm
Gb	2 mm	2 mm	0,2 mm
Gc	2 mm	2 mm	0,2 mm

Grenzwerte für nichtmetallische Oberflächen

Geräte der Gruppe II			
EPL	**Gruppe IIA**	**Gruppe IIB**	**Gruppe IIC**
Ga	5000 mm²	2500 mm²	400 mm²
Gb	10000 mm²	10000 mm²	2000 mm²
Gc	10000 mm²	10000 mm²	2000 mm²

Quelle: EN 60079-0:2014-06

Auf den richtigen Dreh kommt es an

Ein weiterer häufiger Fehler beim Einsetzen eines Ex d Gehäuses besteht darin, die Schrauben zum Fixieren des Deckels mit dem falschen Drehmoment anzuziehen oder die Schrauben ganz zu vergessen. Dies ist besonders gefährlich bei Ex d Gehäusen der Gasgruppe IIC, da dort die Toleranzen für den Zündspalt sehr niedrig bemessen sind. Daher ist es wichtig, dass alle Schrauben mit dem korrekten Drehmoment angezogen werden. Die Angaben hierzu muss der Hersteller liefern.
Das gleiche gilt (mit anderen Toleranzen) natürlich für IIB- und IIA-Gehäuse.

Passend gefettet und optimal geschützt

Sowohl gegen Korrosion bei Flachspalten als auch bei Gewindespalten ist der Auftrag eines geeigneten Fetts unbedingt notwendig. Das Fett schützt und sorgt dafür, dass sich Schrauben und verschraubte Gehäuseteile auch nach längerer Zeit noch betätigen lassen. Laut Normvorgabe darf dieses Fett nicht aushärten, keine verdampfenden Lösungsmittel enthalten und muss antikorrosiv sein (vgl. DIN EN 60079-14:2014-10). Um eine korrekte Auswahl unter Berücksichtigung der genannten Anforderungen sicherzustellen, sollten Anwender unbedingt die Herstellervorgaben befolgen, da somit die Tauglichkeit für den Einsatzbereich sichergestellt ist.

Auf Herz und Nieren geprüft

Käufer von Ex d Gehäusen sollten auch die entsprechenden Prüfungen und Tests kennen. Die durchzuführenden Prüfungen sind in der EN / IEC 60079-0 (allgemeine Anforderungen) und in EN / IEC 60079-1 für die Zündschutzart „druckfeste Kapselung“, definiert.

- Für alle Ex d Gehäuse werden Eigenerwärmungstests, bzw. -berechnungen durchgeführt, um die maximale Oberflächentemperatur der gesamten Ausrüstung (Gehäuse + Einbauten) unter maximalen Betriebsbedingungen (inkl. Sicherheitspuffer) zu bestimmen.

- Die thermische Beständigkeit gegen Wärme und Kälte (nichtmetallische Gehäuse oder Gehäuseteile) wird getestet.
- An kritischen Teilen werden Schlagversuche durchgeführt.
- Tests zur Vermeidung einer elektrostatischen Zündquelle werden ebenfalls durchgeführt.
- Umfassende weitere Prüfungen die sich aus der Norm (EN / IEC 60079-1) ergeben, sind normalerweise Referenzdruck-, Überdruck- und Funkenübertragungstests.
- Weitere Tests sind beispielsweise für lichtdurchlässige Teile aus Glas, Kabelverschraubungen und Entlüftungsstopfen erforderlich.

Im Labor stehen die Gehäuse auf dem Prüfstand

Bei den Bezugsdruckprüfungen wird das Gehäuse mit einem explosiven Gasgemisch gefüllt. Das Gasgemisch wird gezündet. Der Referenzdruck hängt von der Umgebungstemperatur (je niedriger die Temperatur, je höher der Referenzdruck) des Gehäuses und von der Geometrie innerhalb des Gehäuses ab. Nach diesen Tests wird ein hydrostatischer Überdrucktest durchgeführt, um die mechanische Festigkeit des Gehäuses zu überprüfen.

Im Anschluss wird das Gehäuse auch einer Reihe von Zünddurchlässigkeitstests unterzogen, wobei ein ähnliches explosives Gasgemisch wie zuvor verwendet wird. Das Gehäuse befindet sich in einer explosiven Umgebung, wenn das interne explosive Gemisch gezündet wird, ist eine Übertragung der Zündung zu der äußeren Atmosphäre nicht gestattet. Die Zündfunkenausbreitung hängt von der Geometrie, Umgebungstemperatur und den Einbauten im Gehäuse ab.

Bei Über- oder Unterschreiten des angegebenen Einsatztemperaturbereiches des Herstellers ist das Gerät in der Regel nicht mehr sicher. Für Gehäuse mit einem abweichenden Standardumgebungstemperaturbereich (-20°C bis +40°C), müssen alle Tests mit dem niedrigsten bzw. höchsten zugelassenen Temperaturen durchgeführt werden.

Bei der Zulassung wird zwischen einer Komponentenzulassung und einer Gerätezulassung unterschieden. Die Komponentenzulassung („U-Zulassung“) bescheinigt die Tauglichkeit einer Komponente für den Einbau in ein zugelassenes Gesamtsystem, beispielsweise ein leeres Gehäuse ohne elektrische Einbauten. Der direkte Einsatz von Komponenten nur mit einer U-Zulassung ist nicht richtlinienkonform, es muss immer das Gesamtsystem zugelassen werden.

Ex d Gehäuse für einen bunten Strauß an Möglichkeiten

ROSE Systemtechnik stellt Gehäuse mit druckfester Kapselung in unterschiedlichen Größen und Ausführungen für den Einsatz in verschiedenen Gasgruppen und Temperatureinsatzbereichen her. Damit stellt das Unternehmen der Industrie ein breites Lösungsspektrum für die sichere Kapselung elektrischer Betriebsmittel zur Verfügung.

Ob als einfacher Verteilerkasten für Energie, Sensorsignale oder für komplexe Steuerungen – die Ex d Gehäuse von ROSE decken vielfältigste Anforderungen im industriellen Umfeld ab. Die Gehäuse der Serien TBE, EJB, GUB und IJB erfüllen die Schutzart IP 66 nach DIN EN 60529 und sind somit staubdicht und gegen Eindringen von Wasser geschützt.

Die Ex d Gehäuse von ROSE eigenen sich somit optimal für den Einsatz in der Prozessindustrie. Sie finden aber auch in der Mess- und Regeltechnik Verwendung. Das Unternehmen bietet in seinem Ex d Programm sowohl Edelstahl- als auch Alugehäuse an.

Fakten-Check für den sicheren Umgang mit Ex d Gehäusen:

- Vor der Modifikation eines Ex d Gehäuses sollten Endnutzer und Installateure sicherstellen, dass alle relevante Normen verstanden und beachtet werden.
- Die vom Hersteller bereitgestellte Bedienungsanleitung muss beachtet werden.
- Bei Unsicherheiten im Umgang mit Ex d Gehäusen, sollte der Hersteller kontaktiert oder eine Komplettlösung bezogen werden.

ROSE Systemtechnik bietet ein breites Ex d Gehäuseprogramm mit individuellen Modifikationsmöglichkeiten, Bestückung, mechanischer Bearbeitung oder Oberflächenveredelung an.

Über die ROSE Systemtechnik GmbH

Die ROSE Systemtechnik GmbH wurde 1969 in Porta Westfalica gegründet und gehört mit über 350 Mitarbeitern am Standort, zu den weltweit führenden innovativen Anbietern der industriellen Gehäuse Systemtechnik.

Im Verbund der Phoenix Mecano AG / Schweiz entwickeln und produzieren wir hochqualitative Industriegehäuse und Systemlösungen für die Bereiche Bahn- und Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau, Automatisierungstechnik, explosionsgefährdete Bereiche, MSR- Technik, sowie der Nahrungs- und Genussmittelindustrie.

Quelle: Rose Systemtechnik

Unser Produktportfolio umfasst:

- Industriegehäuse aus Aluminium, Edelstahl und Kunststoffen für individuelle Einbauten elektrischer Verbindungstechnik und Elektronikbaugruppen.
- Bedien- und Anzeigengehäuse basierend auf Aluminium-Profilsystemen und Edelstahlmaterialien für HMI Anwendungen mit Industrie- PCs, SPS-Steuerungen oder Visualisierungseinheiten inkl. Tragarmsystemen.
- Komponenten für den Explosionsschutz mit Verteilergehäusen und Control Stations für den weltweiten Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen, der Petrochemie und chemischen Industrie in On- und Offshore Bereichen.

Service-Tipp:

Je nach Gehäuseausführung werden in der hauseigenen Produktion von ROSE auch kundenspezifische Modifikationen oder Oberflächenveredelungen umgesetzt – wie beispielsweise Sichtfenster oder Lackierungen. Auf Kundenwunsch fertigt ROSE auch Sondergehäuse an und übernimmt die komplette mechanische Bearbeitung, Bestückung sowie die Montage der Produkte. Die Qualität aller Gehäuse stellt ROSE durch regelmäßige Tests vor Ort wie z. B. IP-Schutzart-und Umweltprüfungen sicher.

Basis unseres Geschäftserfolges bildet neben dem breiten Produktprogramm, einer hohen Qualität und permanenter Innovation, der ausgeprägte Service-Grad.
Sie entscheiden über den Lieferzustand der Produkte – wir bieten verschiedene Möglichkeiten, vom unbearbeiteten Gehäuse, über eine Teilkonfektionierung bis hin zu einer fertig konfektionierten und geprüften kundenspezifischen Systemlösung.

Detaillierte Informationen zu unserem Ex d Programm erhalten Sie unter:

https://www.rose-systemtechnik.com/produkte/ex-equipment/ex-gehaeusesysteme/ex-d-gehaeuseserien/

Bei Fragen zu den Ex d Gehäusen von ROSE Systemtechnik erreichen Sie uns unter:

ROSE Systemtechnik GmbH
Erbeweg 13–15
32457 Porta Westfalica

Fon: +49 571 50 41-0
Fax: +49 571 50 41-6
rose@rose-pw.de
www.rose-systemtechnik.com

Autoren:

Nurullah Palamut, Leiter explosionsgeschützte Gehäuse
Mathias Ohsiek, Programm Manager explosionsgeschützte Gehäuse

Referenzen:

1. Ex-Basics, deutsche Version, ROSE Systemtechnik GmbH, 3. Auflage August 2013
2. Ex d Enclosures: understanding the standards, Toni Ott, 2013
3. https://www.process.vogel.de/steigender-bedarf-an-chemieprodukten-laesst-chemieanlagenbau-boomen-a-699613/
4. https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt3/exschutz/ex-grundlagen/zuordnung-geraetekategorie-zone.html