

# Explosionsschutz

## Richtlinien und Grundlagen



© Light & Magic - shutterstock.com



# Vorwort

In vielen Bereichen der Industrie kommen brennbare und explosionsfähige Stoffe in Form von Gasen, Dämpfen, Nebel oder Stäuben vor. Als wichtige Bereiche sind hier Kohlebergbau, Chemie und Petrochemie, aber auch die Lebensmittelindustrie, Mühlenbetriebe, der Abwasserbereich oder die Biogasherstellung zu nennen. Diese brennbaren Stoffe können im Gemisch mit Sauerstoff eine explosionsfähige Atmosphäre bilden. Bei einer Entzündung dieser Atmosphäre treten Explosionen auf, die schwerwiegende Personen- und Sachschäden zur Folge haben können. Zur Vermeidung von Explosionsgefahren sind in den meisten Industriestaaten Schutzvorschriften in Form von Gesetzen, Verordnungen und Normen entwickelt worden, um ein hohes Sicherheitsniveau zu erreichen.

Abhängig von der Häufigkeit und der Dauer des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre, werden die betreffenden Bereiche, Anlagen oder Anlagenteile in Zonen unterschiedlichen Gefährdungsgrades eingeteilt. Die Arbeitgeber dieser Einrichtungen sind verpflichtet, in den explosionsgefährdeten Bereichen die Gefahr von Explosionen durch Schutzmaßnahmen zu verhindern.

Für die Entstehung einer Explosion sind drei Voraussetzungen notwendig: Ein brennbares Gas oder brennbarer Staub, Sauerstoff und eine Zündquelle. Primärer Explosionsschutz kann z. B. durch Inertisieren der Gasatmosphäre erreicht werden. Dagegen setzt der sekundäre Explosionsschutz bei der Vermeidung von Zündquellen an. Für die Hersteller von Geräten und Schutzsystemen bedeutet dies, dass sie ihre Geräte und Anlagen so entwickeln und konstruieren müssen, dass sie – auch unter der Berücksichtigung von möglichen Fehlern – keine Zündquelle darstellen. Beim konstruktiven Explosionsschutz werden die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränkt.

Diese Broschüre gibt eine Einführung und Übersicht zum Explosionsschutz und konzentriert sich auf die Anforderungen an Geräte und Schutzsysteme zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen. Es ist zu beachten, dass die gesetzlichen und normativen Vorgaben laufenden Änderungen und Anpassungen an neue technische Entwicklungen unterliegen. Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen entsprechen deshalb dem Stand zur Zeit der Erstellung dieses Dokuments.

## Inhalt

1. Grundlagen und Definitionen .....	4
2. Europäische Gemeinschaft – Richtlinien .....	10
3. Nordamerikanischer Raum – Richtlinien .....	24
4. IECEx-Schema .....	28
5. Glossar .....	30

# 1. Grundlagen und Definitionen

**Explosion** Eine plötzliche chemische Reaktion eines brennbaren Stoffes mit Sauerstoff unter Freisetzung hoher Energie führt zu einer Explosion. Brennbare Stoffe können hierbei Gase, Nebel, Dämpfe oder Stäube sein. Für das Entstehen einer Explosion müssen drei Faktoren gleichzeitig vorhanden sein:

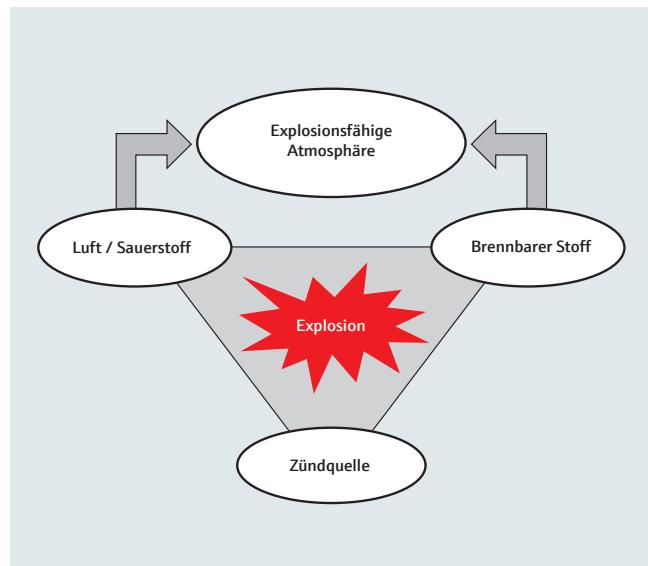
- brennbarer Stoff (in entsprechender Verteilung und Konzentration)
- Sauerstoff (in der Luft)
- Zündquelle (z. B. elektrischer Funken, heiße Oberflächen)

**Primärer und sekundärer Explosionsschutz** Das Prinzip des Explosionsschutzes fordert, dass alle Maßnahmen zum Explosionsschutz in einer festgelegten Reihenfolge vorzusehen sind. Hierbei unterscheidet man zwischen primären und sekundären Schutzmaßnahmen.

Unter primärem Explosionsschutz versteht man alle Maßnahmen, die verhindern, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entsteht.

Sekundärer Explosionsschutz ist erforderlich, wenn Explosionsgefahr durch primäre Explosionsschutz-Maßnahmen gar nicht oder nur unvollständig auszuschließen ist.

Explosionsfähige Atmosphäre ist ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebel oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Zündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

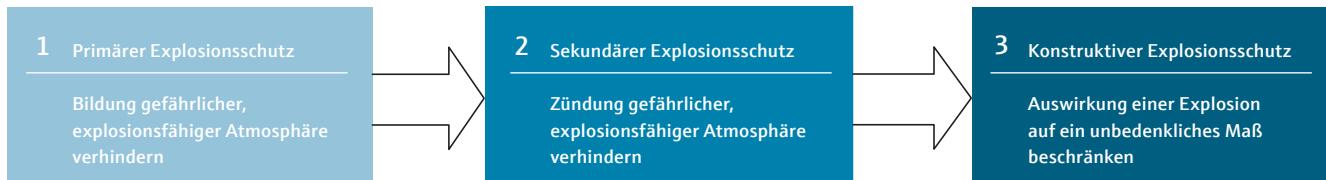


Explosionsdreieck

Als atmosphärische Bedingungen gelten Absolutdrücke von 0,8 bar bis 1,1 bar und Gemischartemperaturen von -20 °C bis +60 °C.

Im Bereich der Zündquellen gibt es eine Vielzahl möglicher Auslöser für eine Explosion:

- offene Flammen
- heiße Oberflächen
- elektrische Funken und Lichtbögen
- elektrische Entladungen
- atmosphärische Entladungen
- mechanische Reib- oder Schlagfunken
- elektrostatische Entladungen
- Ultraschall
- optische Strahlung
- chemische Reaktion

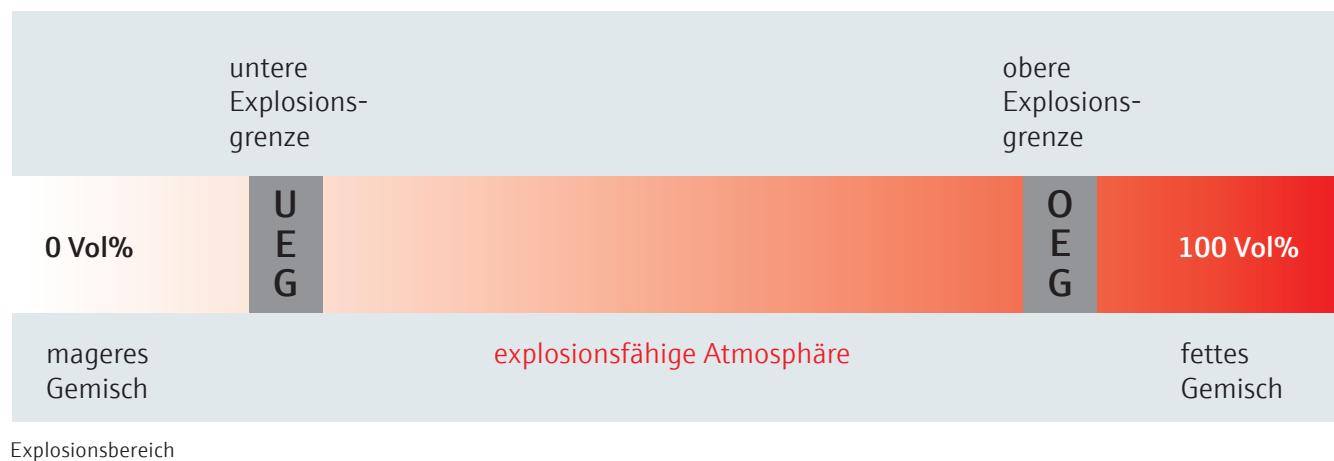


## Klassifizierung brennbarer Gase

Bei einer sicherheitstechnischen Betrachtung sind bestimmte Kenngrößen brennbarer Stoffe notwendig

**Explosionsgrenzen** Eine explosionsfähige Atmosphäre bildet sich bei brennbaren Stoffen, wenn diese in einem bestimmten Konzentrationsbereich vorliegen (siehe Bild). Bei zu geringen Konzentrationen (mageres Gemisch) und bei zu hoher Konzentration (fettes Gemisch) findet keine Explosion, sondern eine langsame bis zu keiner Verbrennungsaktion statt. Nur im Bereich zwischen der oberen und der unteren Explosionsgrenze reagiert das Gemisch bei Zündung explosionsartig. Die Explosionsgrenzen hängen vom Umgebungsdruck und vom Sauerstoffanteil der Luft ab. Abhängig von der Geschwindigkeit der ablaufenden Verbrennung wird von einer Verpuffung, Explosion oder Detonation gesprochen. Eine explosionsfähige Atmosphäre liegt vor, wenn bei einer Zündung Gefahr für Mensch oder Sachgüter gegeben ist. Eine explosionsfähige Atmosphäre, selbst von einem geringen Volumen, kann in einem geschlossenen Raum schon zu gefährlichen Explosionen führen.

Stoffbezeichnung	untere Explosionsgrenze [Vol. %]	obere Explosionsgrenze [Vol. %]
Acetylen	2,3	78,0
Ethylen	2,3	32,4
Benzin	0,6	8,0
Benzol	1,2	8,0
Erdgas	4,0	13,0
Heizöl/Diesel	0,6	6,5
Methan	4,4	16,5
Propan	1,7	10,9
Schwefelkohlenstoff	0,6	60,0
Stadtgas	4,0	30,0
Wasserstoff	4,0	77,0



**Explosionsgrenzen brenbarer Stoffe** Unter anderen als atmosphärischen Bedingungen (Temperaturen: -20...+60 °C, Drücke: 0,8...1,1 bar) ändern sich die Explosionsgrenzen. Der Konzentrationsbereich zwischen den Explosionsgrenzen erweitert sich in der Regel mit steigendem Druck und steigender Temperatur.

Mit Sauerstoff liegen die oberen Explosionsgrenzen wesentlich höher als bei Gemischen mit Luft. Über einer brennbaren Flüssigkeit kann sich eine explosionsfähige Atmosphäre nur bilden, wenn die Temperatur der Flüssigkeitsoberfläche eine Mindesttemperatur überschreitet. Einige chemisch instabile Stoffe haben unter bestimmten Bedingungen keine obere Explosionsgrenze. Solche Stoffe können auch ohne Anwesenheit von Luft/Sauerstoff zu exothermen Reaktionen angeregt werden.

**Temperaturklassen** Die Zündtemperatur eines brennbaren Gases oder einer brennbaren Flüssigkeit ist die niedrigste Temperatur einer erhitzten Oberfläche, an der die Entzündung des Gas/Luft- bzw. Dampf/Luft-Gemisches gerade eintritt. Somit muss die höchste Oberflächentemperatur eines Betriebsmittels immer kleiner sein als die Zündtemperatur der umgebenden Atmosphäre.

Für die elektrischen Betriebsmittel sind die Temperaturklassen T1 bis T6 eingeführt. Jeder Temperaturklasse werden die Betriebsmittel anhand ihrer maximalen Oberflächentemperatur zugeordnet. Betriebsmittel, die einer höheren Temperaturklasse entsprechen können auch für Anwendungen mit einer niedrigeren Temperaturklasse eingesetzt werden. Brennbare Gase und Dämpfe werden durch die Zündtemperaturen der jeweiligen Temperaturklasse zugeordnet.

Temperaturklasse	Zulässige Oberflächentemperatur der elektrischen Betriebsmittel [°C]	Zündtemperaturbereich der brennbaren Stoffe [°C]
T1	450	>450
T2	300	>300 bis ≤450
T3	200	>200 bis ≤300
T4	135	>135 bis ≤200
T5	100	>100 bis ≤135
T6	85	>85 bis ≤100

**Einteilung der Explosionsgruppen** Bei bestimmten Zündschutzzarten, besonders bei der Eigensicherheit und der druckfesten Kapselung muss bei den Betriebsmitteln angegeben werden, für welche Explosionsgruppe das Betriebsmittel ausgelegt ist. Kriterien für die Unterteilung sind Grenzspaltweiten und der Mindestzündstrom. Grenzspaltweite und Mindestzündstrom werden für verschiedene Gase und Dämpfe unter genau definierten Versuchsbedingungen ermittelt.

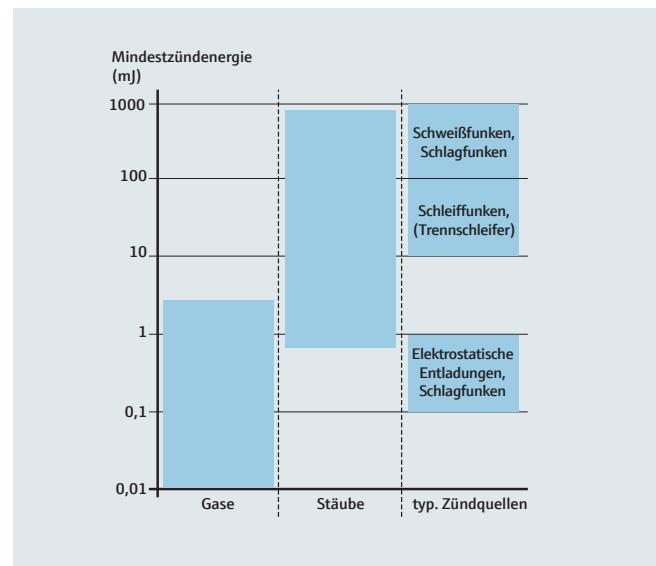
Die Zündfähigkeit der Gase nimmt von der Explosionsgruppe IIA nach IIC zu. Entsprechend steigen die Anforderungen an elektrische Betriebsmittel für die entsprechende Explosionsgruppe. Elektrische Betriebsmittel, die für die Explosionsgruppe/Gasgruppe IIC zugelassen sind, dürfen auch für alle anderen Explosionsgruppen eingesetzt werden.

Gas-Explosionsgruppen			
Explosionsgruppe	Grenzspaltweite [mm]	Mindestzündstromverhältnis	Funkenenergie
IIA	>0,9	>0,8	≤160 µJ
IIB	0,5 bis 0,9	0,45 bis 0,8	≤80 µJ
IIC	<0,5	<0,45	≤20 µJ

In industriellen Bereichen, z. B. in chemischen Fabriken, der Lebensmittelindustrie oder in Getreidemühlen, kommen häufig feste Stoffe in zerkleinerter Form vor, z. B. in Form von Staub oder Fasern. Staub ist ein feinverteilter Feststoff unterhalb einer Korngröße von ca. 500 µm. Werden abgelagerte Stäube mit kleiner Korngröße aufgewirbelt, besteht Explosionsgefahr. Die Explosionsgefahr erhöht sich mit zunehmender Zerkleinerung. Nicht selten sind Staubexplosionen die Folge aufgewirbelter Staubschichten, die das Zündinitial in sich tragen. Bei Stäuben reicht gemäß der Explosionsschutz-Regeln eine gleichmäßige über den Boden verteilte Staubschicht von weniger als 1 mm aus, um beim Aufwirbeln einen Raum normaler Höhe mit explosionsfähigem Staub-Luft-Gemisch zu füllen.

Sicherheitstechnische Kenngrößen bei aufgewirbelten Stäben sind beispielsweise die Mindestzündenergie und die Zündtemperatur, während bei abgelagerten Stäben die Glimmtemperatur eine charakteristische Eigenschaft ist.

**Mindestzündenergie** Zur Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre ist die Zufuhr einer bestimmten Energie erforderlich. Unter der Mindestzündenergie versteht man die kleinstmögliche umgesetzte Energie, z. B. bei Funkenentladung eines Kondensators, die das entsprechende zündwillige Gemisch gerade noch entzündet. Die Mindestzündenergie liegt im Bereich von etwa 20 µJ für Wasserstoff bis zu einigen Joule für bestimmte Stäube.



Gase, Dämpfe und Stäube	Mindestzündenergie im mJ (Millijoule)	Explosionsgruppe
Schwefelkohlenstoff	0,009	IIC
Wasserstoff	0,017	IIC
Acetylen	0,019	IIC
Benzol	0,20	IIA
Ethanol	0,28	IIA
Methan	0,29	IIA
Holzmehl	20 – 60	IIB
Zucker	40	IIB
Braunkohle	80	IIC
Ammoniak	680	IIA

Mindestzündenergie einiger Stoffe

## Klassifizierung brennbarer Stäube

**Zündtemperatur [TZünd]** Die unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche [TMax(1)], bei der sich das zündwilligste Gemisch des Staubes mit Luft (Staubwolke) entzündet.

**Glimmtemperatur [TGlimm]** Die Glimmtemperatur ist die unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der eine Stauschicht von 5 mm Dicke entzündet wird.



Die zulässige Oberflächentemperatur von Geräten wird unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstandes mit folgenden Regeln ermittelt:

- Regel 1:**  $T_{max(1)} = 2/3 T_{Zünd}$
- Regel 2:**  $T_{max(2)} = T_{Glimm} - 75 \text{ K}$

Der Kleinere von beiden Werten  $T_{max(1)}$ ,  $T_{max(2)}$  ist zu beachten.



### Beispiel:

Mindestzündtemperatur: 330 °C

Mindestglimmtemperatur: 300 °C

- Maximal zulässige Oberflächentemperatur bei Staubwolken  $T_{max(1)} = 2/3 \times 330 \text{ °C} = 220 \text{ °C}$
- Maximal zulässige Oberflächentemperatur bei Stauschichten (5 mm Dicke)  
 $T_{max(2)} = 300 \text{ °C} - 75 \text{ K} = 225 \text{ °C}$
- Zulässige Oberflächentemperatur = 220 °C

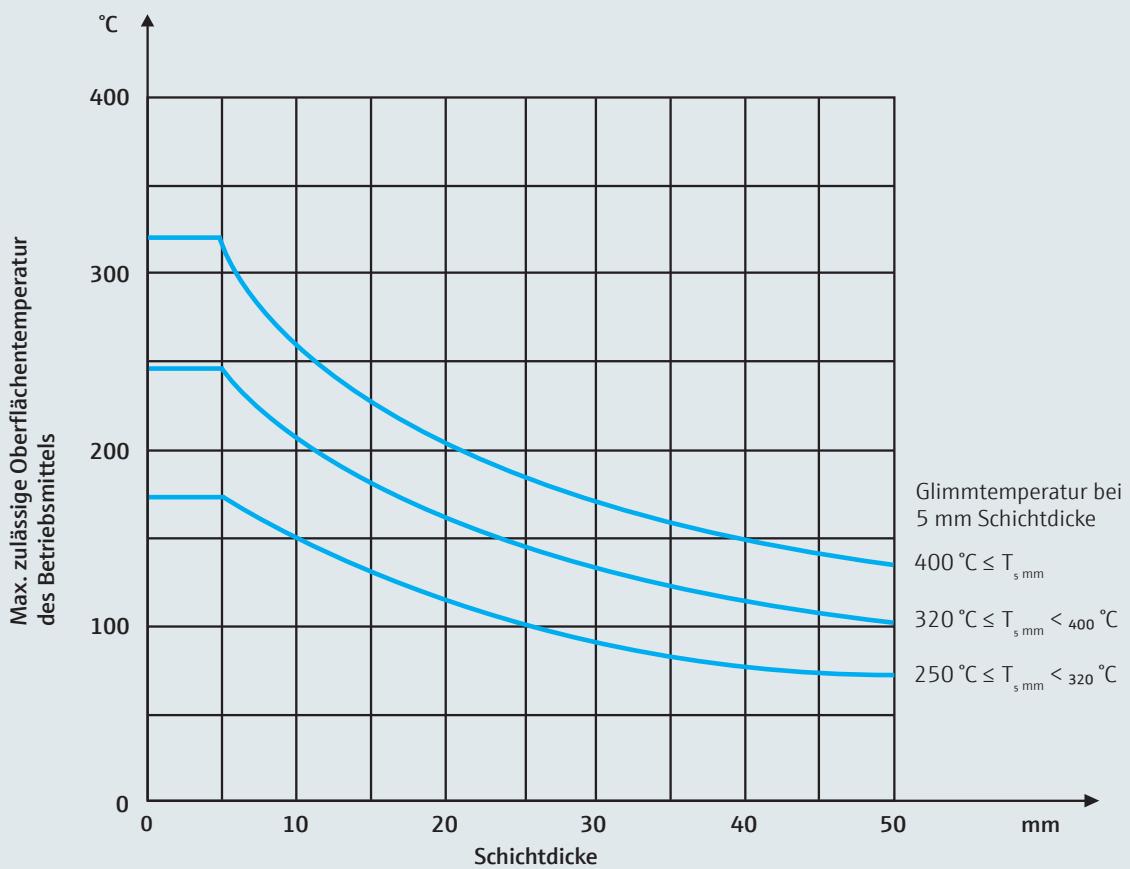
Hier muss ein Betriebsmittel eingesetzt werden, dessen max. Oberflächentemperatur im Fehlerfall < 220 °C beträgt.

### Staub-Explosionsgruppen

Explosionsgruppe	Klassifizierung
IIIA	brennbare Fasern
IIIB	nicht leitfähige Stäube
IIIC	leitfähige Stäube



### Verminderung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur bei zunehmender Schichtdicke der Staubaufage



Quelle: DIN EN 60079-14, Bild 1

Wenn sich auf Betriebsmitteln Staubablagerungen von mehr als 5 mm bilden können, muss die maximal zulässige Oberflächentemperatur [TMax(2)] entsprechend vermindert werden. Die Reduzierung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur kann unter Berücksichtigung des Diagrammes nach EN 60079-0 berücksichtigt werden. Bei Staubschichten > 5 mm nimmt die Oberflächentemperatur der Geräte durch die Wärmedämmung zu. Dies muss durch Auswahl von Geräten mit niedrigeren Oberflächentemperaturen kompensiert werden. Bis zu 50 mm Staubschichtdicke können diese reduzierten Oberflächentemperaturen mit den Kurven in obigem Diagramm ermittelt werden. Die drei Kurven gelten für Stäube mit Glimmtemperaturen von 400 °C, 320 °C oder 250 °C. Zwischenwerte können entsprechend interpoliert werden.

Beispiel: In der Anlage treten Stäube mit einer Glimmtemperatur von 250 °C auf, und es ist mit Staubschichten bis zu 25 mm zu rechnen.

Zulässige Oberflächentemperatur: 250 °C - 75 K = 175 °C. Dieser Wert entspricht der unteren blauen Kurve im Diagramm. Der Kurvenverlauf reduziert die zulässige staubfreie Oberflächentemperatur bei 25 mm Staubschicht auf 100 °C. Es dürfen also nur solche Geräte eingesetzt werden, die mit einer maximalen staubfreien Oberflächentemperatur von T=100 °C gekennzeichnet sind.

Wenn die Schichtdicke über 50 mm liegt oder bei vollständiger Einschüttung, muss die Glimmtemperatur über Laborversuche gemessen werden. Dies gilt auch für Schichtdicken > 5 mm, wenn die Glimmtemperatur bei 5 mm Schichtdicke < 250 °C beträgt. Laborversuche sind ebenfalls bei kompletter Einschüttung der Geräte mit brennbarem Staub notwendig.

## 2. Europäische Gemeinschaft



**Explosionsschutz in Europa** In der Europäischen Union ist der Explosionsschutz in den sogenannten ATEX-Richtlinien 2014/34/EU und 1999/92/EG geregelt. Mit der Einführung der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU muss die Einhaltung der grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen (GSA) der Richtlinie durch explosionsgeschützte Betriebsmittel in der Konformitätserklärung des Herstellers für das jeweilige Betriebsmittel dokumentiert werden. Bei Anwendung der relevanten harmonisierten EU-Normen geht man davon aus, dass die GSA erfüllt sind (Vermutungsprinzip). Der Gültigkeitsbereich dieser Richtlinie erstreckt sich auf gas- und staub-explosionsgefährdete Bereiche im Bergbau und über Tage sowie auf elektrische und nicht-elektrische Betriebsmittel. Vorschriften für den Arbeitsschutz in explosionsgefährdeten Bereichen sind in der zweiten ATEX-Richtlinie 1999/92/EG festgelegt.

Diese Richtlinie enthält nur Mindestvorschriften. Bei der Umsetzung ins nationale Recht können die einzelnen Staaten weitergehende Regelungen treffen. Der Arbeitgeber hat gemäß Richtlinie 1999/92/EG die Explosionsgefahr der Anlage zu beurteilen, die Anlage in Gefahrzonen einzuteilen und im Explosionsschutzdokument alle Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten zu dokumentieren.

**Explosionsschutzdokument gemäß BetrSichV und ATEX-Richtlinie 1999/92/EG** Es ist ein Explosionsschutzdokument zu erstellen, das mindestens Angaben enthält zu

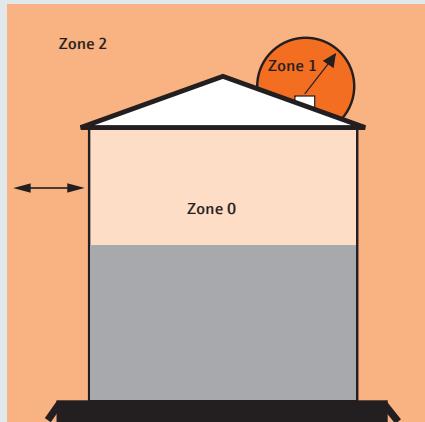
- der Gefährdungsbeurteilung
- den getroffenen Schutzmaßnahmen
- der Zoneneinteilung
- der Einhaltung der Mindestvorschriften gemäß Anhang 4. Diese teilen sich in organisatorische Maßnahmen (Unterweisung der Arbeitnehmer etc.) und in technische Maßnahmen (Explosionsschutzmaßnahmen) auf.

## Zoneneinteilung

Explosionsgefährdete Bereiche werden in Zonen unterteilt, um die Auswahl zweckentsprechender Geräte sowie die Gestaltung von sachgerechten elektrischen Installationen zu erleichtern. Die Zoneneinteilung spiegelt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von explosionsfähiger

Atmosphäre wider. Vorgaben für die Zoneneinteilung finden sich für den gasexplosionsgefährdeten Bereich in der IEC EN 60079-10-1 und für Bereiche mit brennbaren Stäuben in der IEC EN 60079-10-2.

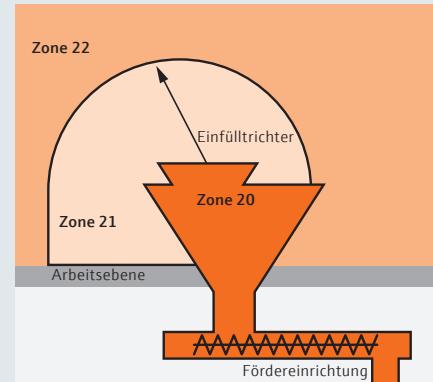
<b>Gase, Dämpfe</b>	<b>Zone 0</b>	Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
	<b>Zone 1</b>	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.
<b>Stäube</b>	<b>Zone 20</b>	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährlich explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht, oder aber nur kurzzeitig auftritt.
	<b>Zone 21</b>	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub bilden kann.
	<b>Zone 22</b>	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.



**Zone 0** Gasraum über der Flüssigkeitsoberfläche

**Zone 1** Nächste Umgebung um die offene Behälteröffnung (3 m)

**Zone 2** Bereich außerhalb der Zone 1 (3 m)



**Zone 20** Fülltrichter einer Sackentleerstation

**Zone 21** Nächste Umgebung (Radius 1 m) um die offene Beschickungsöffnung

**Zone 22** Bereich außerhalb der Zone 21 wegen Ablagerung von Staub

## Zündschutzarten

Die Zündschutzarten definieren konstruktive und schaltungstechnische Maßnahmen für Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Durch diese Maßnahmen wird die Zündung einer umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre durch Funkenbildung oder unzulässige Erwärmung verhindert.

Für elektrische Betriebsmittel im Gasexplosionsbereich sind entsprechende Schutzprinzipien in der IEC 60079-ff festgelegt

**Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsfähige Bereiche**

	Kurzzeichen	IEC EN DIN
Allgemeine Anforderungen		60079-0
Druckfeste Kapselung	d	60079-1
Überdruckkapselung	p	60079-2
Sandkapselung	q	60079-5
Ölkapselung	o	60079-6
Erhöhte Sicherheit	e	60079-7
Eigensicherheit	i	60079-11
Nicht funkende Betriebsmittel	n	60079-15
Vergusskapselung	m	60079-18
Eigensichere Systeme		60079-25
Elektrische Betriebsmittel Kategorie 1G		60079-26
Eigensichere Feldbussysteme		60079-28

Für den Staubexplosionsschutz gelten die Maßnahmen nach IEC bzw. EN

**Elektrische Betriebsmittel für Bereiche mit brennbarem Staub**

	Kurzzeichen	IEC EN DIN
Allgemeine Anforderungen		60079-0
Schutz durch Gehäuse	t	60079-31
Überdruckkapselung	p	60079-2
Eigensicherheit	i	60079-11
Vergusskapselung	m	60079-18



© badahos - Fotolia.com

### Zündschutzart „Eigensicherheit“ Kennzeichnung Ex „i“

Ein eigensicherer Stromkreis ist ein Stromkreis, in dem weder ein Funke noch ein thermischer Effekt eine Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre verursachen kann.

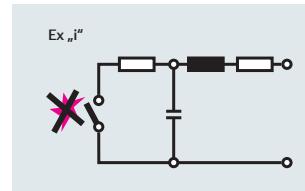
**Besonderheit der Zündschutzart „Eigensicherheit“** Die Zündschutzart „Eigensicherheit“ basiert auf dem Prinzip der Strom- und Spannungsbegrenzung in einem Stromkreis. Die Energie des Stromkreises, die in der Lage sein könnte, eine explosionsfähige Atmosphäre zum Zünden zu bringen, wird dabei so begrenzt, dass weder durch Funken noch durch unzulässige Erwärmung der elektrischen Bauteile die Zündung der umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre stattfinden kann.

Die Zündschutzart „Eigensicherheit“ findet besonders in der MSR-Technik (Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) ihre Anwendung, da dort keine hohen Ströme, Spannungen und Leistungen erforderlich sind.

**Eigensicheres elektrisches Betriebsmittel** Ein elektrisches Betriebsmittel, in dem alle Stromkreise eigensicher sind.

**Zugehöriges elektrisches Betriebsmittel** Ein elektrisches Betriebsmittel, das sowohl eigensichere als auch nichteigensichere Stromkreise enthält und konstruktiv so aufgebaut ist, dass die nichteigensicheren Stromkreise die eigensicheren Stromkreise nicht beeinträchtigen können.

Wesentlicher Gesichtspunkt der Zündschutzart Eigensicherheit ist die Fehlerbetrachtung bezüglich der Einhaltung der Spannungs-/Strom- und Leistungsgrenzen. Eigensichere elektrische Betriebsmittel und eigensichere Teile von zugehörigen Betriebsmitteln werden hinsichtlich dieser Fehlerbetrachtung in unterschiedliche Schutzniveaus „ia“ oder „ib“ bzw. „ic“ eingeteilt. Je nach Zulassung für den Gas- (EPL Gx) oder Staub-Ex-Bereich (EPL Dx) können Geräte mit dem Schutzniveau „ia“ in Zone 0 bzw. 20 eingesetzt werden. Das Schutzniveau „ib“ ist für die Anwendung in Zone 1 bzw. 21 und das Schutzniveau „ic“ für die Zone 2 bzw. 22.



Eine wichtige Schutzmaßnahme für eigensichere Stromkreise ist die sichere Trennung der eigensicheren Stromkreise von den nichteigensicheren Stromkreisen. Für die Anwendung in der Zone 0 wird eine galvanische Trennung zwischen eigensicheren und nichteigensicheren Stromkreisen empfohlen.

### Zusammenschaltung im eigensicheren Stromkreis

Bei der Zusammenschaltung von Betriebsmitteln in einem eigensicheren Stromkreis hat der Arbeitgeber den Nachweis zu führen, dass die Eigensicherheit nicht aufgehoben wird. Dabei wird unterschieden bei der Zusammenschaltung:

- zwei eigensichere Betriebsmittel
- einem eigensicheren Betriebsmittel mit einem zugehörigen eigensicheren Betriebsmittel
- mehr als einem zugehörigen oder aktiven Betriebsmittel

Die Regel der Zusammenschaltung geht aus der Errichtungsbestimmung IEC EN 60079-14 hervor. Danach müssen zur Überprüfung, ob die Zusammenschaltung mehrerer Geräte mit eigensicheren Stromkreisen den Anforderungen der Eigensicherheit genügen, die sicherheitstechnischen Maximalwerte der Ein- und Ausgangsparameter der Betriebsmittel verglichen werden. Die Zusammenschaltung ist nur erlaubt, wenn alle notwendigen Bedingungen erfüllt sind. Bei der Betrachtung sind zusätzlich die Kabelparameter mit zu berücksichtigen, die einen Einfluss zusammen mit den Gerätewerten auf die zulässige Leitungslänge haben können. Der Planer muss hier eine Systembeschreibung, den sogenannten „Eigensicherheitsnachweis“, erstellen, in der die einzelnen elektrischen Betriebsmittel mit den Kennwerten einschließlich der Kennwerte der Verbindungsleitungen angegeben sind.

Eigensichere elektrische Betriebsmittel und eigensichere Teile von zugehörigen Betriebsmitteln werden in Kategorien (Sicherheitslevel) eingeteilt.

Die Sicherheitsniveaus sind abhängig von den Sicherheitsanforderungen bei der Auslegung der Betriebsmittel.

Kategorie eigensicherer Geräte	Beschreibung	Installation der Geräte	
		Gas (EPL Gx)	Staub (EPL Dx)
Gas/Staub			
ia	Die eigensicheren elektrischen Geräte dürfen keine Zündung verursachen ■ im Normalbetrieb ■ bei Auftreten eines einzelnen zählbaren Fehlers ■ bei Auftreten von zwei zählbaren Fehlern	Zone 0	Zone 20
ib	Die eigensicheren elektrischen Geräte dürfen keine Zündung verursachen ■ im Normalbetrieb ■ bei Auftreten eines einzelnen Fehlers	Zone 1	Zone 21
ic	Die eigensicheren elektrischen Geräte dürfen keine Zündung im Normalbetrieb verursachen	Zone 2	Zone 22

Messumformerspeisegeräte und Trennstufen zwischen den eigensicheren und den nicht eigensicheren Stromkreisen der Betriebsmittel bewirken die notwendige

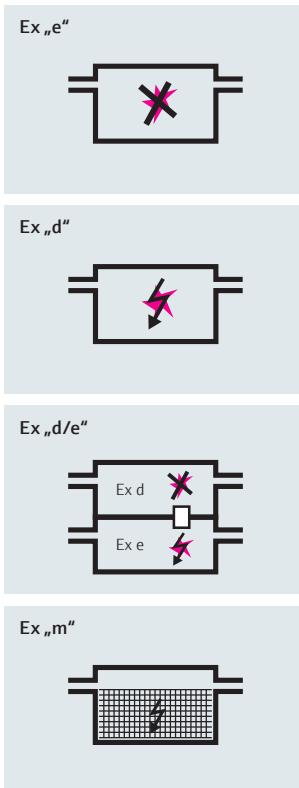
Spannungs- und Strombegrenzung für den Einsatz im explosionsgefährdeten Bereich.

**Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“, Kennzeichnung Ex „e“** Diese Zündschutzart gilt für Betriebsmittel, die im Normalfall keine Funken oder Lichtbögen erzeugen, keine gefährlichen Temperaturen annehmen und deren Netzspannung 1 kV nicht überschreiten.

**Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“, Kennzeichnung Ex „d“** Bei der Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“ wird die Ausbreitung einer Explosion verhindert. Die Schutzart beruht auf konstruktiven Maßnahmen. Ein Eindringen von Gasen ist nicht verhindert. Kommt es zu einer Zündung im Innern des Gehäuses, hält dieses dem Explosionsdruck stand und die Zündung wird nicht nach außen übertragen. Es entstehen keine unzulässigen Temperaturen an der Gehäuseoberfläche.

**Anwendung und Kombination der Zündschutzarten Ex „d“ und Ex „e“** Die bei Messgeräten mit hohem Energieverbrauch wichtige Zündschutzart ist die „Druckfeste Kapselung“, meist gemeinsam mit der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“. Um die elektrische Installation bei druckfest gekapselten Geräten zu vereinfachen, kann ein Anschlussgehäuse in erhöhter Sicherheit mit einer kundenseitigen Ex e-Kabeleinführung vorgesehen werden. Die druckfeste Kabeldurchführung in den Ex d-Elektronikraum ist schon werkseitig installiert.

**Zündschutzart „Vergusskapselung“, Kennzeichnung Ex „m“** Das Prinzip der „Vergusskapselung“ ist das Einschließen von möglichen Zündquellen in einem elektrischen Betriebsmittel durch eine geeignete Vergussmasse. Damit wird die Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre verhindert.



**Zündschutzart Ex „n“** Diese Zündschutzmaßnahmen sind für Geräte der Kategorie 3G anwendbar. Dazu sind mehrere Maßnahmen möglich:

- Umschlossene Einrichtungen.....Kennzeichnung Ex „nC“
- Schwadensichere Gehäuse .....Kennzeichnung Ex „nR“
- Vereinfachte Überdruckkapselung .....Kennzeichnung Ex „nP“

Diese Schutzmaßnahmen sind geeignet für den Einsatz im Gefahrenbereich der Zone 2.

Die Maßnahme Ex nL wurde bereits in die Zündschutzart Ex ic überführt und konnte nur noch bis Mai 2013 in Europa in Verkehr gebracht werden. Die bisherige Zündschutzart Ex nA wird demnächst in die Zündschutzart Ex ec und Ex nL wurde bereits in Ex ic überführt.

**Nicht-elektrischer Explosionsschutz** Mit Erscheinen der Richtlinie 94/9/EG wurden in Europa durch die Normenreihe EN 13463 (jetzt EN 80079) auch Bauvorschriften für nicht-elektrische Geräte festgelegt. Einige Schutzprinzipien

für elektrische Geräte wurden übernommen. Dabei gab es jedoch Anpassungen, um den speziellen Anforderungen an die nicht-elektrischen Geräte Rechnung zu tragen.

#### Zündschutzarten nicht-elektrischer Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen

	Kurzzeichen	EN
Grundlagen und Anforderungen		80079-36
Schutz durch schwadenhemmende Kapselung	fr	13463-2
Schutz durch druckfeste Kapselung	d	13463-3
Schutz durch konstruktive Sicherheit	c	80079-37
Schutz durch Zündquellenüberwachung	b	80079-37
Schutz durch Flüssigkeitskapselung	k	80079-37

**Nationale Umsetzung der Richtlinie 1999/92/EG** Die Übernahme der Richtlinie ins deutsche Recht erfolgte durch die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Die Betriebssicherheitsverordnung „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“ enthält z. B. detaillierte Regelungen zum Betrieb von Ex-Anlagen. In der BetrSichV ist u. a. geregelt, dass in explosionsgefährdeten Bereichen Geräte und Schutzsysteme gemäß der Richtlinie 2014/34/EU auszuwählen sind. Sie müssen für den Einsatz in der jeweiligen Zone mit der erforderlichen Gerät kennzeichnung versehen sein.

## Gerätegruppe

Nach ATEX-Richtlinie 2014/34/EU werden zwei Gruppen von Geräten unterschieden:

Gerätegruppe	Betriebsmittel
I	Elektrische Betriebsmittel für schlagwettergefährdete Grubenbaue
II	Elektrische Betriebsmittel für Gas und/oder Staub in explosionsgefährdeten Bereichen

In den IEC Normen und den daraus abgeleiteten EN Normen wurde für den Staub-Ex Bereich die Gruppe III eingeführt.

Kennzeichnungsbeispiel: II 1D Ex ta IIIC

Gerätegruppen beschreiben den Schutzmfang und den Einsatzbereich von Geräten (gemäß ATEX-Richtlinie 2014/34/EU). Geräte, die eine potentielle Zündquelle aufweisen und die dadurch eine Explosion verursachen können, müssen einer Zündgefahrenbewertung unterzogen werden. Hieraus sind Maßnahmen entsprechend den grundlegenden Sicherheitsanforderungen vorzusehen, um eine Zündgefahr durch diese Geräte auszuschließen. Geräte der Gerätgruppe I werden in zwei Kategorien, Geräte der Gerätgruppe II in drei Kategorien (Kategorie 1, 2 und 3) mit jeweils unterschiedlich hohem Sicherheitsniveau eingeteilt. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen richten sich nach dem jeweils erforderlichen Sicherheitsniveau.

Die Geräte für den Einsatz in staubexplosionsgefährdeten Bereichen sind nach Richtlinie 2014/34/EU in der Gerätgruppe II eingeordnet. Neu ist nun für Staub-Ex Geräte die Gerätgruppe III, die über die IEC-Normung eingeführt wurde.

**Gerätegruppe I** Gerätgruppe I gilt für Geräte zur Verwendung in Untertagebetrieben von Bergwerken sowie deren Übertageanlagen, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können (gemäß ATEX-Richtlinie 2014/34/EU). Bei elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe I (Bergbau) geht man davon aus, dass nur Methan als brennbares Gas auftritt, jedoch in Verbindung mit Kohlenstaub. Wenn in diesen Bereichen auch andere brennbare Stoffe auftreten können, muss die weitere Unterteilung wie in Gruppe II angewendet werden.

Innerhalb dieser Gerätgruppe gibt es eine weitere Unterteilung in die Kategorien M1 und M2.

**Gerätegruppe II** Gerätgruppe II gilt für Geräte zur Verwendung in den übrigen Bereichen, die durch eine explosionsfähige Gas- oder Staubatmosphäre (nur Europa) gefährdet werden können. Die Gerätgruppe II wird in Abhängigkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre im vorgesehenen Einsatzbereich in drei Kategorien unterteilt.

Elektrische Geräte der Gruppe II sind entsprechend den Eigenschaften der explosionsfähigen Atmosphäre für die sie bestimmt sind, weiter unterteilt. (Stoffgruppe Gase)

**Gerätegruppe III** (nur bei IEC) Die Geräte dieser Gruppe sind für einen Betrieb vorgesehen, in dem mit explosionsfähiger Staub-Atmosphäre zu rechnen ist. Elektrische Geräte der Gruppe III sind entsprechend den Eigenschaften der explosionsfähigen Stäube, für die sie bestimmt sind, weiter unterteilt.

### Gerätetypen:

**Kategorie M1** Die Geräte dieser Kategorie, dürfen beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre weiter betrieben werden.

**Kategorie M2** Die Geräte dieser Kategorie müssen beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre abgeschaltet werden können.

Geräte der Kategorie M1 weisen ein sehr hohes Maß an Sicherheit auf und dürfen auch bei Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre weiter in Betrieb sein; Geräte der Kategorie M2 bieten ein hohes Maß an Sicherheit, sind aber bei Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre auszuschalten.

### Unterteilung der Gruppe II (Stoffgruppe Gase)

- IIA, typisches Gas ist Propan
- IIB, typisches Gas ist Ethylen
- IIC, typisches Gas ist Wasserstoff

### Unterteilung der Gruppe III (Stoffgruppe Stäube)

- IIIA, brennbare Flusen
- IIIB, nicht leitfähiger Staub
- IIIC, leitfähiger Staub



**Gerätekategorien** Die Geräte der Gruppe II werden in die Kategorien 1, 2 und 3 mit unterschiedlich hohem Sicherheitsniveau eingeteilt.

Zusätzlich werden die Geräte gekennzeichnet, in welcher explosionsfähigen Atmosphäre sie eingesetzt werden können. Der Bereich Gasexplosionsschutz mit „G“ und brennbare Stäube mit „D“.

Bei den Angaben zur Gerätekategorie sind auch Mischungen möglich. Beispielsweise bedeutet die Angabe II 1/2 G bzw. 1/3 G, dass ein Teil eines Gerätes (z. B. Sensorelement) die Anforderungen an Kategorie 1 erfüllt, ein anderer Teil (z. B. Sensorgehäuse mit Elektronik) die Anforderungen an Kategorie 2 oder 3. Diese Kategorisierung findet man häufig bei Geräten, die zur Installation in Behälterwände (= Zonentrennwand: Innenbereich z. B. Zone 0, Außenbereich z. B. Zone 1 oder Innenbereich Zone 0, Außenbereich Zone 2) geeignet sind. Die gleiche Kennzeichnung findet sich auch bei der Kennzeichnung für die Anwendung brennbarer Stäube.

### Gerätekategorien:

**Kategorie 1** Geräte und Systeme zeichnen sich durch ein „sehr hohes Maß“ an Sicherheit aus

**Kategorie 2** Geräte und Systeme bieten ein „hohes Maß“ an Sicherheit

**Kategorie 3** Geräte und Systeme bieten ein „normales Maß“ an Sicherheit

## Neue IEC-Kennzeichnung

**Geräteschutzniveau** In die IEC EN 60079-0 wurden die Geräte für den Einsatz in staubexplosionsgefährdete Bereiche aufgenommen. Damit werden in dieser Norm die allgemeinen Anforderungen an Geräte für Gas- und Staubatmosphären behandelt. Die Kennzeichnung der Geräte ist um das Geräteschutzniveau (EPL= Equipment Protecten Level) ergänzt worden.

Die Kennzeichnung besteht aus zwei Buchstaben. Der erste gibt die der explosionsfähigen Atmosphäre an: G für Gas, D für Staub (Dust). Das eigentliche Schutzniveau wird durch die Buchstaben a, b oder c definiert. Diese Kennzeichnung ist von der Errichtungsbestimmung für elektrische Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen (EN 60079-14/VDE 0165) übernommen worden.

<b>EPL Ma</b>	Gerät mit „sehr hohem“ Schutzniveau zum Einbau in schlagwettergefährdeten Grubenbauen. Die Geräte dieser Kategorie dürfen beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre weiterbetrieben werden.
<b>EPL Mb</b>	Gerät mit „hohem“ Schutzniveau zum Einbau in schlagwettergefährdeten Grubenbauen. Die Geräte dieser Kategorie müssen beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre abgeschaltet werden können.
<b>EPL Ga</b>	Gerät mit „sehr hohem“ Schutzniveau zur Verwendung in gasexplosionsgefährdeten Bereichen.
<b>EPL Gb</b>	Gerät mit „hohem“ Schutzniveau zur Verwendung in gasexplosionsgefährdeten Bereichen.
<b>EPL Gc</b>	Gerät mit „normalem“ Schutzniveau zur Verwendung in gasexplosionsgefährdeten Bereichen.
<b>EPL Da</b>	Gerät mit „sehr hohem“ Schutzniveau zur Verwendung in brennbaren Staubatmosphären.
<b>EPL Db</b>	Gerät mit „hohem“ Schutzniveau zur Verwendung in brennbaren Staubatmosphären.
<b>EPL Dc</b>	Gerät mit „normalem“ Schutzniveau zur Verwendung in brennbaren Staubatmosphären.

Nach den Anforderungen für die Installation in den Zonen 0, 1 oder 2 für gasexplosionsgefährdete Bereiche oder den Zonen 20, 21 oder 22 für staubexplosionsgefährdete Bereiche sind die jeweiligen Geräte auszuwählen. Aus der Kennzeichnung ergibt sich die Eignung von Geräten für die

verschiedenen explosionsgefährdeten Bereiche. Eine entsprechende Zuordnung Gerätekategorie und Schutzniveau zu den explosionsgefährdeten Bereichen (Zonen) ergibt sich aus der Tabelle.

<b>Gerätezuordnung</b>				
<b>RL 1999/92/EG BetrSichV</b>	<b>ATEX-Kategorie (RL2014/34/EU)</b>	<b>Gerätekategorie</b>	<b>IEC/ EN60079-0 IEC/ EN60079-14</b>	
<b>Zone</b>	<b>Gerätegruppe</b>		<b>Gerätegruppe</b>	<b>Schutzniveau (EPL)</b>
0	I	M1	I	Ma
1		M2		Mb
2	II	1G	II	Ga
20		2G		Gb
21		3G		Gc
22		1D	III	Da
		2D		Db
		3D		Dc



Bei den Angaben zum Schutzniveau sind auch Mischungen möglich. Beispielsweise bedeutet die Angabe Ga/Gb, dass ein Teil eines Gerätes (z. B. Sensorelement) die Anforderungen an das Schutzniveau Ga erfüllt, ein anderer Teil (z. B. Sensorgehäuse mit Elektronik) die Anforderungen an das Schutzniveau Gb.

Diese Kategorisierung findet man häufig bei Geräten, die zur Installation in Behälterwände (= Zonentrennwand: Innenbereich z. B. Zone 0, Außenbereich z. B. Zone 1) geeignet sind.

Bei den meisten Zündschutzarten wird das Schutzniveau durch die Buchstaben a, b oder c ergänzt, was mit dem Symbol der Zündschutzart gekennzeichnet ist.

Zündschutzarten elektrischer Betriebsmittel	Gruppe II Einsatzbereich mit Gasatmosphäre			Gruppe III Einsatzbereich mit Staubatmosphäre		
	Zone 0 EPL Ga	Zone 1 EPL Gb	Zone 2 EPL Gc	Zone 20 EPL Da	Zone 21 EPL Db	Zone 22 EPL Dc
Druckfeste Kapselung	da	db	dc			
Erhöhte Sicherheit		eb	ec			
Eigensicherheit	ia	ib	ic	ia	ib	ic
Vergusskapselung	ma	mb	mc	ma	mb	mc
Ölkapselung		ob				
Sandkapselung		qb				
Überdruckkapselung		px, py	pz		px, py	pz
Schutz durch Gehäuse				ta	tb	tc
Energiebegrenzung <sup>(1)</sup>			nL			
Schwadensicherheit			nR			
Nicht funkende Einrichtungen <sup>(2)</sup>			nA			
Funkende Bauteile			nC			
Sonderschutz	sa	sb	sc	sa	sb	sc

<sup>(1)</sup> wurde 2013 in die Zündschutzart „ic“ überführt

<sup>(2)</sup> wurde 2016 in die Zündschutzart „ec“ überführt; die bisherige Zündschutzart Ex nA bleibt vorläufig gültig

**Kennzeichnung** Bei zugehörigen elektrischen Geräten der Zündschutzart Eigensicherheit, die im Ex-freien Bereich installiert werden sollen, müssen die Symbole für diese Zündschutzart in eckige Klammern gesetzt werden, z. B. [Ex ia]. Wenn das Gerät im explosionsgefährdeten Bereich installiert werden soll, so muss es durch eine weitere Zündschutzart geschützt werden. Dann wird nur das Kennzeichen für die Eigensicherheit in eckige Klammern gesetzt, z. B. Ex de [ia] IIC T6. Zusätzlich ist die Temperaturklasse anzugeben, da das Gerät innerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches angeordnet werden kann.

In der EN 60079-0 werden die allgemeinen Anforderungen an Geräte für Gas- und Staubatmosphäre behandelt, und so wurde auch die Kennzeichnung um das Schutzniveau ergänzt. Dieses Geräteschutzniveau (EPL: Equipment Protection Level) besteht aus zwei Buchstaben. Der erste Buchstabe gibt die Art der explosionsfähigen Atmosphäre an (G für Gas, D für Staub). Das Schutzniveau selbst wird durch die Buchstaben a, b oder c definiert, wie dies bereits bei der Zündschutzart Eigensicherheit berücksichtigt wird (Schutzniveau ia, ib, ic). Ergänzt wird die Kennzeichnung um die Zündschutzart des Gerätes. Bei einem zugehörigen

elektrischen Gerät muss die EPL-Kennzeichnung hinter der Zündschutzart stehen. Beispiel [Ex ia Ga]. Wenn ein zugehöriges elektrisches Gerät mit einem eigensicheren Stromkreis „ia“ in eine zusätzliche Zündschutzart z. B. druckfeste Kapselung mit erhöhter Sicherheit eingebaut wird, um es in der Zone 1 montieren zu können, so ergibt sich die Kennzeichnung Ex de [ia Ga] IIC T6 Gb.



1 Kategorie 2G:  
Geeignet für die Zone 1



### Beispiele für die neue Kennzeichnung

#### alte Kennzeichnung

II 1G EEx ia IIC T6
II 2G EEx d [ia] IIC T6
II 2G EEx de IIC T4
II 2D EEx tD A21 IP65 T200 °C
II 1/2G EEx ia IIC T6
II 3G EEx nA IIC T6
II (1)2 G EEx d[ia] IIC T6
II (1) GD [EEx ia] IIC

#### neue Kennzeichnung

II 1G Ex ia IIC T6 Ga
II 2G Ex d [ia Ga] IIC T6 Gb
II 2G Ex de IIC T6 Gb
II 2D Ex tb IIIC T200 °C Db
II 1/2G Ex ia IIC T6 Ga/Gb
II 3G Ex ec IIC T6 Gc
II (1)2G Ex d [ia Ga] IIC T6 Gb
II (1) G [Ex ia Ga] IIC
II (1) D [Ex ia Da] IIIC

## Errichten und Betrieb elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Die Sicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen muss durch alle Beteiligten wie Hersteller, Errichter, Behörde, Prüfstellen und Arbeitgeber gewährleistet werden. Der Arbeitgeber ist verantwortlich für die Sicherheit seiner Anlage. Er muss die Explosionsgefahren beurteilen und die Zoneneinteilung nach EN 60079-10 oder nationalen Regelwerken vornehmen. Er hat sicherzustellen, dass die Anlage nach EN 60079-14 ordnungsgemäß errichtet und vor der Inbetriebnahme geprüft wird. Durch regelmäßige Prüfungen und Instandhaltungen nach EN 60079-17 muss der ordnungsgemäß Zustand seiner Anlage sichergestellt werden. Die Gerätereparatur und -überholung muss er nach EN 60079-19 durchführen.

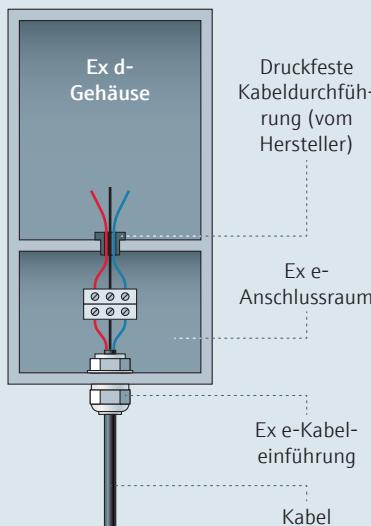
Der Hersteller von explosionsgeschützten Betriebsmitteln muss bei der Herstellung für ein überwachtes Qualitäts-sicherungssystem nach DIN EN IEC 80079-34 sorgen und sicherstellen, dass jedes Gerät der geprüften Bauart entspricht.

**Installation** Für die elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen kommen drei Installationssysteme zum Einsatz.

### Anwendung und Kombination der Zündschutzarten Ex „d“ und Ex „e“ (Zweikammergehäuse) und Ex „d“ (Einkammersystem)

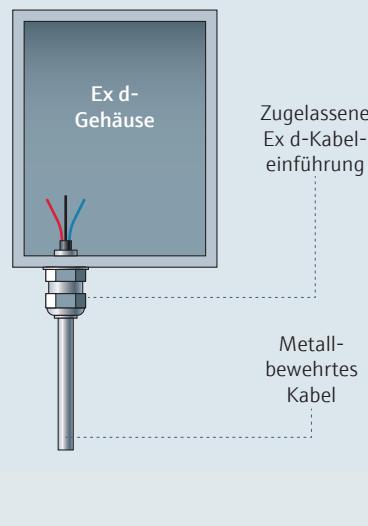
#### Kabelsysteme mit indirekter Einführung (Zweikammergehäusesystem)

Die Kabel und Leitungen werden über geeignete Kabeleinführungen in den Anschlussraum der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ eingeführt. Die Klemmen und die Kabeleinführungen sind nach Ex „e“ zugelassen. Der Anschlussraum (Ex e) ist durch eine zugelassene Leitungsdurchführung (Ex d) vom Geräteeinbauraum (Ex d) getrennt.



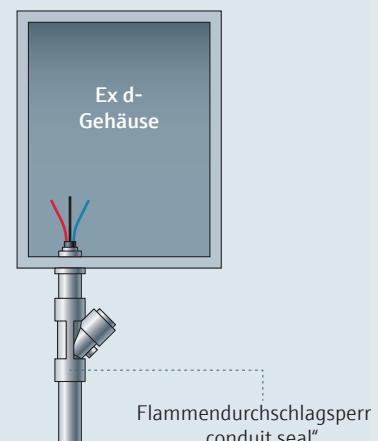
#### Kabeleinführung mit direkter Einführung (Einkammergehäusesystem)

Die Anschlussleitungen der Kabel werden direkt in den Geräteeinbauraum (Ex d) eingeführt. Es dürfen nur speziell dafür zugelassene Kabeleinführungen verwendet werden.



#### Rohrleitungssysteme (Einkammergehäusesystem)

Die elektrischen Leitungen werden als Einzelader in die geschlossenen Metallrohrleitungen eingezo-gen. Die Rohrleitungen werden über spezielle Verschraubungen mit dem Gehäuse verbunden und an jeder Einführungsstelle mit einer Zündsperre (seal) versehen. Das gesamte Rohrleitungssystem ist druckfest ausgeführt.



Die bei Betriebsmitteln mit entsprechender Energieversorgung wichtige Zündschutzart ist u. a. die „Druckfeste Kapselung“, meist gemeinsam mit der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ verbunden.

Für den Anwender ist hier besonders wichtig, dass er beim „Zweikammergehäuse“ in der Zündschutzart „Ex de“, bei der Installation eine einfache Installationspraxis anwenden

kann. Beim sogenannten „Einkammergehäuse“, also die reine Zündschutzart „Ex d“-Anwendung muss der Installateur sicherstellen, dass er die richtige Ex-d-Kableinführung verwendet und entsprechend installiert. Die reine Ex d-Anwendung ist eine Installationspraxis, die im wesentlichen in der amerikanischen Praxis (Rohrleitungssystem) bzw. im Offshore-Bereich berücksichtigt wird.

### Pflichten der Hersteller, Errichter und Arbeitgeber

Hersteller	Errichter	Arbeitgeber
<b>Aufgaben</b> <p>Entwickeln der elektrischen Betriebsmittel, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen geeignet sind.</p>	<b>Aufgaben</b> <p>Auswahl und Installation der elektrischen Betriebsmittel gemäß ihrer Verwendung.</p>	<b>Aufgaben</b> <p>Sicherer Betrieb der Anlage.</p>
<b>Verpflichtungen</b> <p>Einhaltung der allgemeinen und besonderen Bauvorschriften und des aktuellen Stands der Technik. Veranlassung der Konformitätsbewertung durch eine unabhängige Stelle, falls durch die zugrundeliegende Gerätekategorie vorgeschrieben. Weitergabe aller Ex-relevanten Informationen (Zulassungen) sowie Herstellererklärungen an den Anwender. Fertigung jedes elektrischen Betriebsmittels nach den Prüfungsunterlagen und Prüfmustern.</p>	<b>Verpflichtungen</b> <p>Auswahl und Installation unter Beachtung der Errichtungsanforderungen und Verwendung. Ist der Errichter nicht gleichzeitig auch der Arbeitgeber, so ist der Errichter auf Verlangen des Arbeitgebers verpflichtet, eine Installationsbescheinigung auszustellen. Darin wird bestätigt, dass die elektrischen Anlagen den Anforderungen entsprechen. Liegt eine solche Bescheinigung vor, ist eine zusätzliche Prüfung durch den Arbeitgeber vor der ersten Inbetriebnahme nicht mehr erforderlich.</p>	<b>Verpflichtungen</b> <p>Verantwortung für die Sicherheit seiner Anlage. Zoneneinteilung anhand der Explosionsgefahren. Prüfung des ordnungsgemäßen, sprich sicheren Zustands der Anlage:  <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vor der ersten Inbetriebnahme</li> <li>■ In bestimmten Zeitabständen</li> </ul>  Der Arbeitgeber hat nach BetrSichV (Betriebssicherheitsverordnung) ein Explosionsschutzzdokument zu erstellen. Dieses Dokument beschreibt alle Vorecherungen, um den Explosionsschutz sicherzustellen. Aus diesem Dokument muss u. a. hervorgehen: die Ermittlung der Explosionsgefährdung, Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen (Ex-Zonenplan), organisatorische Maßnahmen (Unterweisung, Warneinrichtungen, Fluchtwege...) sowie die Auswahl von geeigneten Geräten entsprechend der jeweiligen Zone (Ex-geschützte elektrische und nicht elektrische Betriebsmittel) und brennbaren Medien (Temperaturklasse, Gas- und Staubgruppe).</p>

Alle Beteiligten bei der Planung und Errichtung von explosionsgeschützten Anlagen und Geräten wie „verantwortliche Personen“, „Planer“ und „Handwerker“ müssen

die notwendige Fachkunde besitzen und nachweisen können (DIN EN 60079-14).



**Instandhaltung und Wartung** Zur Aufrechterhaltung der Sicherheit von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ist eine regelmäßige Wartung notwendig.

Einer der wichtigsten Grundsätze ist:

Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln, die unter elektrischer Spannung stehen, sind in explosionsgefährdeten Bereichen grundsätzlich untersagt. Als Ausnahme sind Arbeiten an eigensicheren Stromkreisen zugelassen.

**Rechtliche Grundlagen und Normen** Bei der Installation von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind die nationalen Bestimmungen zu beachten. Man unterscheidet hier explosionsgefährdete Bereiche im Bergbau und Bereiche über Tage. Auf die Besonderheiten des Bergbaus soll hier jedoch nicht weiter eingegangen werden.

Außerhalb Europas sind die Beschaffenheitsanforderungen des Explosionsschutzes immer noch durch die nationalen Bestimmungen geregelt. Länderspezifische Unterschiede in den technischen Anforderungen und den geforderten Zulassungen erfordern für den Hersteller einen hohen Entwicklungs- und Zulassungsaufwand.

Der international tätige Hersteller muss deshalb seine Geräte so entwickeln, dass alle Sicherheitsstandards reali-

Der Arbeitgeber muss bei der Instandhaltung und Wartung folgende wichtige Grundsätze beachten:

- Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes der Anlage
- Ständige Überwachung der elektrischen Anlage
- Unverzügliche Durchführung notwendiger Instandsetzungsmaßnahmen
- Ordnungsgemäßer Betrieb der Anlage
- Einstellung des Betriebes bei nichtbehebbaren Mängeln

siert werden. Innerhalb der Europäischen Union ist der Harmonisierungsprozess im Bereich des Explosionsschutzes weitgehend abgeschlossen. Trotzdem werden heute die Normen sowohl für den Hersteller als auch für den Arbeitgeber ständig angepasst. Dies bedeutet für beide, Hersteller und Arbeitgeber, eine regelmäßige Überprüfung ihrer für sie relevanten einschlägigen technischen Normen und Regelwerke zu beobachten und gegebenenfalls seine Geräte den neuen Anforderungen anzupassen. Dies ist für alle mit einem hohen Aufwand verbunden.

Auf internationaler Ebene hat die IEC durch Einführung des sog. IExEx-Schemas weltweit ein einheitliches Zertifizierungssystem geschaffen (siehe Seite 28).

### 3. Nordamerikanischer Raum

**Klassifizierung explosionsgefährdeter Bereiche** Die Grundprinzipien des Explosionsschutzes sind überall gleich. Dennoch haben sich in Nordamerika auf dem Gebiet des Explosionsschutzes elektrischer Geräte und Anlagen Techniken und Systeme entwickelt, die erheblich von den IEC-Normen abweichen. Die Unterschiede zum Explosionschutz in Europa und gemäß der IEC liegen dabei in der Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche, der Konstruktion, der Geräte und der Installation der elektrischen Anlagen.

In den USA erfolgt die Festlegung in explosionsgefährdete Bereiche gemäß der NEC 500 (NEC = National Electrical Code) und NEC 506 und in Kanada gemäß CEC (Canadian Electrical Code). Generell erfolgt eine Unterscheidung in drei Kategorien (Class I bis Class III).

- Class I: Brennbare Gase, Dämpfe oder Nebel
- Class II: Stäube
- Class III: Fasern und Flusen

Nach der Häufigkeit oder der Dauer des Auftretens dieser Stoffe werden die explosionsgefährdeten Bereiche in Division 1 und Division 2 unterteilt.

1996 wurde in den USA und Kanada für Class I zusätzlich zu diesem bestehenden System das nach IEC übliche Zonensystem eingeführt. Dies bietet dem Anwender nun die Möglichkeit, das für ihn technisch und wirtschaftlich optimale System zu wählen. Vergleichbar der IEC-Norm erfolgt eine weitere Unterteilung der explosionsfähigen Gase der Class I in die Gasgruppen (Groups) A, B, C und D und der brennbaren Stäube der Class II in die Gruppen E, F und G.

Hierbei sind entgegen der IEC-Norm die Gruppen A und B die gefährlichsten Gasgruppen (gem. IEC die Gruppe IIC). Die Festlegung der maximalen Oberflächentemperatur gem. NEC 505 erfolgt in Übereinstimmung mit IEC in sechs Temperaturklassen T1 bis T6 mit einer zusätzlichen Unterteilung in Temperaturunterklassen im Division-System.

**Errichtungsbestimmungen** Die Installationsmethoden für das Zonenkonzept nach dem NEC entsprechen weitgehend dem des herkömmlichen Class/Division-Systems. Neben der Verwendung von starren Rohrleitungen und mineralisierten Kabeln in Class I, Division 1 bzw. Zone 1, ist auch der Einsatz von zugelassenen metallummantelten Kabeln möglich.

Bei der Installation nach dem Rohrleitungssystem werden elektrische Leitungen als Einzeladern in geschlossene Metallrohre eingezogen. Die Rohre werden über Verschraubungen mit den Gehäusen verbunden und an jeder Einführungsstelle mit einer Flammendurchschlagsperre (conduit seal) versehen. Die Flammendurchschlagsperre soll das Durchzünden von Explosionen, die im Inneren des Gehäuses auftreten können, in die Rohrleitung verhindern.

**Zertifizierung und Kennzeichnung** In den USA und Kanada sind elektrische Ausrüstungen und Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Betriebsstätten zulassungspflichtig. In den USA und Kanada werden elektrische Betriebsmittel durch national anerkannte Prüfstellen geprüft und zugelassen. Für die USA sind dies die Nationally Recognised Testing Laboratories (NRTL), zu denen u. a. UL (Underwriters Laboratories), FM (Factory Mutual) oder CSA (Canadian Standards association) gehören (siehe auch <http://www.osha.gov/dts/otpca/nrtl>). In Kanada sind alle Prüfstellen, die vom Standards Council of Canada (SCC) akkreditiert sind, zugelassen, u.a. CSA, QPS, FM.

Zusätzlich zu den notwendigen Daten wie z. B. Hersteller etc., sind die für den Explosionsschutz notwendigen Daten zur Kennzeichnung der Geräte aufzunehmen. Die Vorgaben dazu sind im NEC, dem CEC sowie in den entsprechenden Baubestimmungen der Prüfstellen enthalten.

**Class I, II oder III, Division 1 und 2** Zugelassene Geräte für Class I, Class II oder Class III, Division 1 oder 2 sollen so gekennzeichnet werden, dass sie nachstehende Angaben enthalten:

- Classes, Division
- Gas-/Staub-Gruppe
- Temperaturklasse

Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche



Bei Geräten für den Einsatz in Class I, Zone 0, Zone 1 oder Zone 2 wird zwischen „Division Equipment“ und „Zone Equipment“ unterschieden.

**Division Equipment:** Betriebsmittel, die für Class I, Division 1 und/oder Class I, Division 2 zugelassen sind, können zusätzlich mit der äquivalenten Zone-Kennzeichnung versehen werden:

- Class I, Zone 1 oder Class I, Zone 2
- Gasgruppe IIA, IIB oder IIC
- Temperaturklasse



**Beispiel:** Class I Zone 1 IIC T3

**Zone Equipment:** Betriebsmittel, die einer oder mehreren Zündschutzarten nach des NEC und des CEC entsprechen, sollen folgendermaßen gekennzeichnet sein:

- Class
- Zone
- Symbol AEx (USA) bzw. Ex (Kanada)
- Kurzzeichen der verwendeten Zündschutzart
- Gasgruppe IIA, IIB oder IIC
- Temperaturklasse



**Beispiel:** Class I Zone 0 AEx ia IIC T5

Vergleich der Klassifizierung explosionsgefährdeter Bereiche IEC – NEC - CEC

	Gase, Dämpfe oder Nebel (IEC)	Class I	Stäube	Fasern und Flusen
Vorschrift USA	NEC 505	NEC 500	NEC 500	NEC 500
Vorschrift Kanada	CEC 18	CEC 18	CEC 18	CEC 18
Einteilung	Zone 0 Zone 1 Zone 2	Division 1  Division 2	Division 1  Division 2	Division 1  Division 2
Groups	NEC 505 CEC 18	NEC 500 CEC 18	NEC 500 CEC 18	
	Zone 0, 1, 2 IIA (Propan) IIB (Äthylen) IIC ( Wasserstoff)	Div. 1 und 2 A (Acetylen) B (Wasserstoff) C (Äthylen) D (Propan)	Div. 1 und 2 G (Getreide) E (Metalle) F (Kohle)	Div. 1 und 2
Temperaturklassen	Zone 0, 1 und 2  T1 ≤ 450 °C  T2 ≤ 300 °C   T3 ≤ 200 °C   T4 ≤ 135 °C  T5 ≤ 100 °C  T6 ≤ 85 °C		Div. 1 und 2  T1 ≤ 450 °C  T2 ≤ 300 °C  T2A ≤ 280 °C  T2B ≤ 260 °C  T2C ≤ 230 °C  T2D ≤ 215 °C  T3 ≤ 200 °C  T3A ≤ 180 °C  T3B ≤ 165 °C  T3C ≤ 160 °C  T4 ≤ 135 °C  T4A ≤ 120 °C  T5 ≤ 100 °C  T6 ≤ 85 °C	keine

**Zündschutzarten explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel und Einsatzbereiche in Nordamerika**

		NEC Article 500				NEC Article 505/CEC Article 18						
Hazardous Area		Class I, Div. 1	Class I, Div. 2	Class II, Div. 1	Class II, Div. 2	Class III, Div. 1+2	Class I, Zone 0	Class I, Zone 1	Class I, Zone 2	Class II, Zone 20	Class II, Zone 21	Class II, Zone 22
Zündschutzart												
Druckfeste Kapselung	XP											
Eigensicherheit			IS									
Erhöhte Sicherheit												
Vergusskapselung												
Nichtfunkende Geräte	NI			NI								
Energiebegrenzte Geräte												
Gasdichte Komponenten												
Schwadensicherheit												
Staubgeschützte Gehäuse			DIP									
							Ex ta	Ex tB	Ex tc			



© Light & Magic - shutterstock.com

**Schutzarten von Gehäusen** Wie nach EN 60529 die IP-Schutzarten für Gehäuse festgelegt wurden, gibt es in den USA u. a. den Standard Nr. 250 der NEMA (National Electrical Manufacturing Association), welcher die Schutzart von Gehäusen behandelt.

#### Vergleich NEMA Zuordnung zu IP-Schutzarten

Schutzart nach NEMA 250	Schutzart nach EN 60529	Zündschutzzart
1	IP 20	
2	IP 21	
3	IP 54	
3R	IP 24	
3S	IP 54	
4 und 4X	IP 55	
5	IP 50	
6	IP 67	
6P	IP 68	
7		Ex II d
8		Ex II d
9		DIP (StEx)
10		Ex I d
12 und 12K	IP 52	

Schutzart USA/Europa

## 4. Internationale Normung durch die IEC

**1. Explosionsschutz International** Für die weltweite Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik ist die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) zuständig. Die sich mit dem Explosionsschutz elektrischer Geräte und Anlagen auseinandersetzenden Regelwerke werden vom Technischen Komitee TC31 erarbeitet. Die Anforderungen für elektrische Betriebsmittel werden in der Normungsreihe IEC 60079 und für nicht-elektrische Betriebsmittel in der Normungsreihe IEC 80079 festgelegt. Nationale Normen können jedoch von diesen Normen abweichen.

Deshalb muss geprüft werden, in welchem Umfang die IEC-Normen angewendet werden können. Die IEC teilt die explosionsgefährdeten Bereiche ebenfalls in Zonen ein.



### Errichtung und Betrieb explosionsgeschützter Anlagen

Für den Betrieb und die Installation explosionsgeschützter Anlagen hat die IEC verschiedene Normen erstellt:

- IEC 60079-14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
- IEC 60079-17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen
- IEC 60079-19: Geräterezaratur, Überholung, Wartung und Regenerierung
- IEC 60079-10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosiongefährdete Bereiche
- IEC 60079-10-2: Einteilung der Bereiche – Staubexplosiongefährdete Bereiche

## 2. IECEx-Zertifizierungssystem

Die physikalischen Grundlagen des Explosionsschutzes sind weltweit gültig. Daher ist es naheliegend, auch die Zulassungsbedingungen für explosionsgeschützte elektrische Geräte weltweit zu regeln. Damit wäre für den weltweiten Warenverkehr eine national neutrale Regelung geschaffen. Deshalb hat die IEC ein Zertifizierungssystem eingerichtet, das eine einheitliche Zertifizierung nach internationalen IEC-Normen zum Ziel hat: das IECEx-System.

Ziel des IECEx-Systems ist, den internationalen Handel mit Ex-Geräten zu vereinfachen und gleichzeitig ein hohes Sicherheitsniveau zu gewährleisten.

Bis heute ist das IECEx-System ein freiwilliges Zertifizierungssystem mit über 30 Mitgliedsstaaten, von denen momentan zwei (Australien und Neuseeland) das Zertifikat für Gruppe II gesetzlich anerkannt haben. Inoffiziell wird das IECEx-Zertifikat in weiteren Ländern akzeptiert, z.B. in Singapur. In den restlichen IECEx-Mitgliedsstaaten werden nur die IECEx-Prüfberichte (ExTR) anerkannt, auf deren Basis in der Regel nationale Zertifikate ausgestellt werden. Weltweit gibt es eine Reihe von anerkannten IECEx-Zertifizierungsstellen, die nach einheitlichen internationalen Vorgaben akkreditiert sind und Zertifikate ausstellen.

### Das IECEx-System basiert auf 4 Zertifizierungssystemen:

- a) Gerätzertifizierung
- b) Zertifizierung von Reparaturstätten
- c) Erteilung des IECEx Lizenzkennzeichens
- d) Zertifizierung von Fachpersonal

#### a) Gerätzertifizierung

Die Gerätzertifizierung nach internationalen IEC-Normen wurde in 2003 als erstes weltweites Zertifizierungssystem für Ex-Geräte etabliert. Das System basiert auf dem Prüfbericht (IECEx test report = ExTR), dem Produktzertifikat (Certificate of Conformity = ExCoC) und dem Zertifikat für das Qualitätssicherungssystems des Herstellers (QAR).

#### b) Zertifizierung von Reparaturstätten

Später folgte die Zertifizierung von Werkstätten für Ex-Geräte nach entsprechenden IEC-Normen.

#### c) Erteilung des IECEx Lizenzkennzeichens

Ein einheitliches Konformitätskennzeichen für Ex-Geräte wurde zunächst kostenlos eingeführt und ist patentrechtlich geschützt. Es sollte ein Pendant zum europäischen Ex-Hexagon werden. Das Lizenzkennzeichen sollte später gebührenpflichtig werden, hat sich allerdings nicht richtig durchgesetzt. Voraussichtlich wird dieses Kennzeichen künftig mit dem IECEx-Zertifikat automatisch für ein Produkt erteilt werden.

#### d) Zertifizierung von Fachpersonal

Der Bedarf an einheitlich zertifiziertem Fachpersonal wurde durch das neue Zertifizierungssystem für Fachkompetenz im Ex-Bereich eingeführt. In einer IECEx-Datenbank

können alle zertifizierten Personen mit einer jeweiligen Qualifikation eingesehen werden.

Bei IECEx wird ein Zertifikat dann ausgestellt, wenn die Typenprüfung bestanden ist. Der Hersteller hat ein entsprechendes Qualitätsmanagementsystem, wie es auch bei den nationalen Zulassungen erforderlich ist, nachzuweisen.

Trotzdem gibt es zur Zeit auf der Welt eigene regionale und nationale Zulassungsverfahren. Auch bei der Installation sind die nationalen Regelungen zu beachten. Bei der Kennzeichnung der Geräte sind die nationalen Unterschiede sehr deutlich zu erkennen. Es bleibt abzuwarten, in welchem Zeitraum die weltweite Umsetzung erfolgen wird. Es ist für den Arbeitgeber aber auch für den Hersteller ein wirtschaftlicher Vorteil, wenn er bei der Anlagenbeurteilung und der Geräteauswahl auf eine Normenbasis zurückgreifen kann. Gemeinsame einheitliche Regeln für ein internationales Zertifizierungsverfahren, das den freien internationalen Warenverkehr unterstützt, wurden erarbeitet.

Diese Regeln wurden in den folgenden IEC-Dokumenten veröffentlicht:

**IECEx 01** IEC Scheme for the Certification to Standards for Electrical Equipment for Explosive Atmospheres (IECEx Scheme)

- Basic Rules

**IECEx 02** IEC Scheme for the Certification to Standards for Electrical Equipment for Explosive Atmospheres (IECEx Scheme)

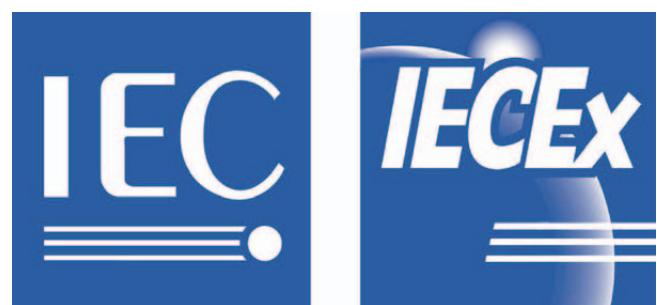
- Rules of Procedure

Bei der Entwicklung des IECEx-Zertifizierungsverfahren war auch die Einführung des „Online“-Zertifikats wichtig. Diese Funktion ermöglicht den vollen Zugriff einschließlich Durchsuchen, Lesen und Drucken erteilter IECEx-Konformitätszertifikate. Die Funktion ermöglicht somit den Anwendern den sofortigen weltweiten Zugang.

Der Zugang zum Bereich „Online“-Zertifikat erfolgt über die reguläre IECEx-Website



[www.iecex.com](http://www.iecex.com)



# 5. Glossar

## Literaturverzeichnis

Richtlinie 94/9/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 100/1.

Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen; Amtsblatt der Europäischen Union, Nr. L 96/309

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 explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 23/57.

Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürfiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes.

Gefahrstoffverordnung - GefStoffV. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regelwerke; Carl Heymanns Verlag KG, Köln

EN/VDE-Normen; Beuth-Verlag, Berlin

DIN EN 13463-2  
NICHT-ELEKTRISCHE GERAETE FUER DEN EINSATZ IN EXPLOSIONSGEFAHRDETN BEREICHEN – TEIL 2:  
SCHUTZ DURCH SCHWADENHEMMENDE KAPSELUNG „FR“

DIN EN 13463-3  
NICHT-ELEKTRISCHE GERAETE FUER DEN EINSATZ IN EXPLOSIONSGEFAHRDETN BEREICHEN – TEIL 3:  
SCHUTZ DURCH DRUCKFESTE KAPSELUNG „D“

DIN EN 60079-0  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 0: BE-  
TRIEBSMITTEL - ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

DIN EN 60079-1  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 1:  
GERAETESCHUTZ DURCH DRUCKFESTE KAPSELUNG „D“

DIN EN 60079-2  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 2:  
GERAETESCHUTZ DURCH UEBERDRUCKKAPSELUNG „P“

DIN EN 60079-5  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 5:  
GERAETESCHUTZ DURCH SANDKAPSELUNG „Q“

DIN EN 60079-6  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 6:  
GERAETESCHUTZ DURCH FLUESSIGKEITSKAPSELUNG „O“

DIN EN 60079-7  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 7:  
GERAETESCHUTZ DURCH ERHOEHTE SICHERHEIT „E“

DIN EN 60079-10-1  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 10-1:  
EINTEILUNG DER BEREICHE - GASEXPLOSIONSGEFAHR-  
DETE BEREICHE

DIN EN 60079-10-2  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 10-2:  
EINTEILUNG DER BEREICHE - STAUBEXPLOSIONSGE-  
FAEHRENDTE BEREICHE

DIN EN 60079-11  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 11:  
GERAETESCHUTZ DURCH EIGENSICHERHEIT „I“

DIN EN 60079-14  
EXPLOSIONSGEFAHRDETE BEREICHE – TEIL 14:  
PROJEKTIERUNG, AUSWAHL UND ERRICHTUNG ELEKTRI-  
SCHER ANLAGEN

DIN EN 60079-15  
EXPLOSIONSGEFAEHIGE ATMOSPHAERE – TEIL 15:  
GERAETESCHUTZ DURCH ZUENDSCHUTZART „N“

DIN EN 60079-17  
ELEKTRISCHE BETRIEBSMITTEL FUER GASEXPLOSIONS-  
GEFAEHRENDTE BEREICHE - TEIL 17: PRUEFUNG UND  
INSTANDHALTUNG ELEKTRISCHER ANLAGEN IN EXPLO-  
SIONSGEFAHRDETN BEREICHEN (AUSGENOMMEN  
GRUBENBAUE)

DIN EN 60079-18  
EXPLOSIONSGEFAEHRETE BEREICHE – TEIL 18:  
GERAETESCHUTZ DURCH VERGUSSKAPSELUNG „M“

DIN EN 60079-19  
EXPLOSIONSGEFAEHRETE BEREICHE – TEIL 19:  
GERAETEREPARATUR, UEBERHOLUNG UND  
REGENERIERUNG

DIN EN 60079-25  
EXPLOSIONSFAEHIGE ATMOSPHAERE – TEIL 25: EIGENSI-  
CHERE SYSTEME

DIN EN 60079-26  
EXPLOSIONSGEFAEHRETE BEREICHE – TEIL 26: BE-  
TRIEBSMITTEL MIT GERAETESCHUTZNIVEAU (EPL) GA

DIN EN 60079-28  
EXPLOSIONSGEFAEHRETE BEREICHE – TEIL 28: SCHUTZ  
VON GERAETEN UND UEBERTRAGUNGSSYSTEMEN, DIE  
MIT OPTISCHER STRAHLUNG ARBEITEN

DIN EN 60079-31  
EXPLOSIONSGEFAEHRETE BEREICHE – TEIL 31:  
GERAETE-STaubEXPLOSIONSSCHUTZ DURCH GEHAEUSE  
„T“

DIN EN 60529  
SCHUTZARTEN DURCH GEHAEUSE (IP-CODE)  
NEMA 250

Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)  
Von der NFPA 70 (National Fire Protection Association)  
veröffentlicht:

- NEC 500  
Hazardous (Classified) Locations, Classes I, II and III,  
Divisions 1 and 2
- NEC 505  
Zone 0, 1 and 2 Locations  
NEC 506  
Zone 20, 21 and 22 Locations for Combustible Dusts or  
Ignitable Fibers/Flyings

DIN EN ISO/IEC 80079-34  
EXPLOSIONSGEFAEHRETE BEREICHE – TEIL 34:  
ANWENDUNG VON QUALITAETSMANAGEMENTSYSTE-  
MEN FUER DIE HERSTELLUNG VON GERAETEN

DIN EN ISO 80079-36  
EXPLOSIONSFAEHIGE ATMOSPHAEREN – TEIL 36:  
NICHT-ELEKTRISCHE GERAETE FUER DEN EINSATZ IN

EXPLOSIONSGEFAEHIGEN ATMOSPHAEREN – GRUNDLA-  
GEN UND ANFORDERUNGEN

DIN EN ISO 80079-37  
EXPLOSIONSGEFAEHIGE ATMOSPHAEREN – TEIL 37:  
NICHT-ELEKTRISCHE GERAETE FUER DEN EINSATZ IN  
EXPLOSIONSGEFAEHIGEN ATMOSPHAEREN - SCHUTZ  
DURCH KONSTRUKTIVE SICHERHEIT „C“, ZUENDQUELLEN-  
UEBERWACHUNG „B“, FLUESSIGKEITSKAPSELUNG „K“

ATEX-Leitfaden  
Herausgeber: Europäische Kommision

Druckschrift  
Grundlagen Explosionsschutz  
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

Druckschrift  
Automatisierungssysteme  
Grundlagen Explosionsschutz  
Siemens

Druckschrift  
Explosionsschutz nach ATEX  
Grundlagen und Begriffe  
Endress+Hauser

Druckschrift  
Grundlagen Explosionsschutz  
Bartec, Bad Mergentheim

IEC –Standards/Normen  
Explosionsfähige Atmosphäre  
[www.iec.com](http://www.iec.com)

## Kennzeichnungsbeispiele (Gas)

<b>Ex</b>	<b>II 1/2 G</b>	<b>Ex ia IIC T6 Ga/Gb</b>
Gerätegruppe		
Kategorie		
Gase, Dämpfe		
Installation in der Zonen-trennwand Zone 0 / Zone 1; Eigensichere Betriebsmittel		
		Geräteschutzniveau EPL Gb (Zone 1)
		Geräteschutzniveau EPL Ga (Zone 0)
		Temperaturklasse
		Explosionsgruppe
		Eigensicherer Stromkreis „i“ Schutzniveau „a“
		Explosionsschutz
<b>Ex</b>	<b>II 1/2 G</b>	<b>Ex db [ia] IIC T6 Ga/Gb</b>
Gerätegruppe		
Kategorie		
Gase, Dämpfe		
Installation in der Zonen-trennwand Zone 0 / Zone 1; Druckfestgekapselte Betriebs-mittel mit eigensicherem Stromkreis		
		Geräteschutzniveau EPL Gb (Zone 1)
		Geräteschutzniveau EPL Ga (Zone 0)
		Temperaturklasse
		Explosionsgruppe
		Zugehöriger Eigensicherer Stromkreis „i“ Schutzniveau „a“
		Zündschutzart „d“
		Explosionsschutz
<b>Ex</b>	<b>II 2 G</b>	<b>Ex db [ia Ga] IIC T4 Gb</b>
Gerätegruppe		
Kategorie		
Gase, Dämpfe		
Installation in der Zone 1; Druckfestgekapselte Betriebsmittel mit eigen-sicherem Stromkreis		
		Geräteschutzniveau EPL Gb (Zone 1)
		Temperaturklasse
		Explosionsgruppe
		Geräteschutzniveau EPL Ga (Zone 0)
		Zündschutzart „i“, Schutzniveau „a“
		Zündschutzart „d“
		Explosionsschutz

## Kennzeichnungsbeispiele (Staub)

	<b>II 1/2 D</b>	<b>Ex ia IIIB / Ex tb IIIB IP65 T90°C Da/Db</b>	
Gerätegruppe Kategorie Stäube			Geräteschutzniveau EPL Db (Zone 21)
Installation in der Zonentrennwand Zone 20 / Zone 21; Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse und eigensicheren Stromkreisen		Explosionsgruppe III B, nicht leitfähiger Staub Zündschutzart „tb“ Schutz durch Gehäuse Explosionsschutz	Geräteschutzniveau EPL Da (Zone 20) max. Oberflächentemperatur Gehäuseschutzart
		Explosionsgruppe III, nicht leitfähiger Staub Zündschutzart, Eigensicherheit „i“, Schutzniveau „a“	
	<b>II 2 D</b>	<b>Ex mb T100°C Db</b>	
Gerätegruppe Kategorie Stäube			Geräteschutzniveau EPL Db (Zone 2)
Installation in der Zone 21; Betriebsmittel mit Schutz durch Vergusskapselung		max. Oberflächentemperatur Zündschutzart, Vergusskapselung „m“, Schutzniveau „b“	
		Explosionsschutz	
	<b>II (1) GD</b>	<b>[Ex ia Ga/Da] IIC</b>	
Gerätegruppe Kategorie Gase, Dämpfe, Stäube			Explosionsgruppe
Zugehöriges elektrisches Betriebsmittel, Installation im sicheren Bereich; Eigen- sicherer Stromkreis für die Zone 0 und Zone 20 geeignet		Geräteschutzniveau EPL Da (Zone 20) Geräteschutzniveau EPL Ga (Zone 0) Zündschutzart, Eigensicherheit „i“, Schutzniveau „a“	
		Explosionsschutz	

## Begriffe aus dem Explosionsschutz

**Explosionsgefährdeter Bereich (kurz: Ex-Bereich)** Ein Bereich, in dem eine explosionsgefährdete Atmosphäre in solchen Mengen vorhanden ist oder erwartet werden kann, dass spezielle Vorkehrungen bei der Konstruktion, der Errichtung und dem Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln erforderlich sind.

**Eigensicherer Stromkreis** Ein Stromkreis, in dem weder ein Funke noch ein thermischer Effekt eine Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre verursachen kann.

**Gefährliche Orte (Bereiche)** Ein Ort, in dem eine explosionsfähige Atmosphäre in solchen Mengen auftreten kann, die besondere Vorsichtsmaßnahmen erfordern, um die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer zu schützen. Gefährliche Orte werden in Form von Zonen in Europa bei IEC und in Divisionen in Nordamerika geklärt.

**Elektrisches Betriebsmittel** Die Gesamtheit von Bauteilen, elektrischen Stromkreisen oder Teilen von elektrischen Stromkreisen, die sich üblicherweise in einem einzigen Gehäuse befinden.

**Eigensicheres elektrisches Betriebsmittel** Ein Betriebsmittel, in dem alle Stromkreise eigensicher sind.

**Zugehöriges Betriebsmittel** Ein elektrisches Betriebsmittel, das sowohl eigensichere als auch nichteigensichere Stromkreise enthält, und so aufgebaut ist, dass die nichteigensicheren Stromkreise die eigensicheren nicht beeinträchtigen können.

Anmerkung:  
Dieses ist auch an den eckigen Klammern und den runden Klammern der Kennzeichnung zu erkennen. Zugehörige Betriebsmittel müssen außerhalb des explosionsgefährdeten Bereichs montiert werden, sofern sie nicht einer anderen geeigneten Zündschutzart entsprechen.

**Einfaches elektrisches Betriebsmittel** Ein elektrisches Betriebsmittel oder eine Kombination von Bauteilen einfacher Bauart, mit genau festgelegten elektrischen Parametern, das (die) die Eigensicherheit des Stromkreises, in dem es (sie) eingesetzt werden soll, nicht beeinträchtigt.



© andrewburgess - Fotolia.com



Deutschland	Vertrieb	Services	Technische Büros	Österreich	Schweiz
Endress+Hauser (Deutschland) GmbH+Co. KG Colmarer Straße 6 79576 Weil am Rhein Fax 0800 EHFAKEN Fax 0800 3432936 www.de.endress.com	Beratung Information Auftrag Bestellung  Tel 0800 EHVERTRIEB Tel 0800 3483787 info.de@endress.com	Technischer Support Vor-Ort-Service Ersatzteile/Reparatur Kalibrierung  Tel 0800 EHSERVICE Tel 0800 3473784 service.de.sc@endress.com	Hamburg Berlin Hannover Ratingen Frankfurt Stuttgart München	Endress+Hauser GmbH Lehnergasse 4 1230 Wien  Tel +43 1 880 560 Fax +43 1 880 56335 info.at.sc@endress.com www.at.endress.com	Endress+Hauser (Schweiz) AG Kägenstraße 2 4153 Reinach  Tel +41 61 715 7575 Fax +41 61 715 2775 info.ch.sc@endress.com www.ch.endress.com