

ABB Antriebstechnik

Explosionsgefährdete Bereiche
Grundlagen zu Motoren und Antrieben, die Sie kennen sollten

Power and productivity
for a better world™

Inhalt

Was ist ein explosionsgefährdeter Bereich? 4

Normen für explosionsgefährdete Bereiche 6

Gruppen, Zonen, Kategorien und Geräte 10

Zündschutzarten von Motoren 14

Zertifizierungsverfahren und Kennzeichnung 16

Einfluss von Frequenzumrichtern auf Motoren 18

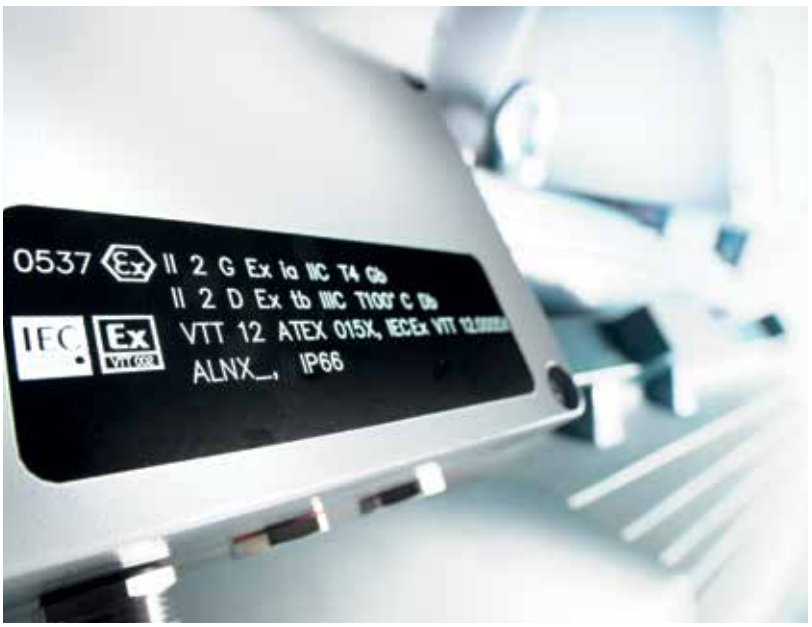
ATEX-zertifizierte Sicherheitsfunktionen 20

Auswahl von Ex-Motoren und dazu passenden Frequenzumrichtern 22

Übersicht

Ein explosionsgefährdeter Bereich ist definiert als Ort, an dem mit Luft vermischte Gase, Dämpfe oder Stäube ein explosionsfähiges Gemisch bilden können. Die an solchen Orten installierte, elektrische Ausrüstung muss so ausgelegt und geprüft sein, dass keine Lichtbogenbildung oder hohen Temperaturen entstehen, welche zur Entzündung eines solchen Gemischs führen könnten.

Zweck dieser Broschüre ist es, dem Leser Grundkenntnisse über die Vorschriften, Normen, Definitionen und Geräteanforderungen für Motoren und Frequenzumrichter in explosionsgefährdeten Bereichen zu vermitteln.



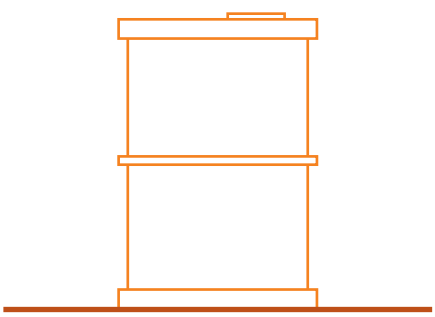


Explosionsgefährdete Bereiche
Art und Beschaffenheit

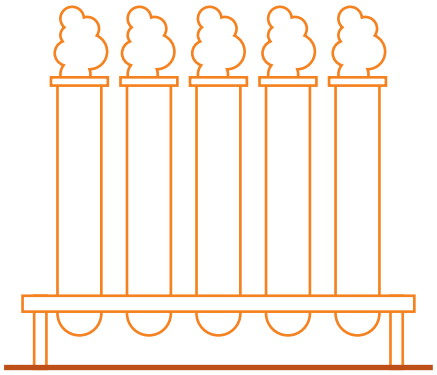
Explosionsgefährdete Bereiche sind dort, wo brennbare Gase, Nebel oder Staub sich mit Luft vermischen können. Das somit entstehende Explosionsrisiko ist abhängig von der Art und Konzentration der betreffenden Substanz. Solche Bereiche finden sich in vielen Industrien wie z. B. in der Chemie, Pharmazie, Öl- und Gas-Verarbeitung, Lebensmittel, Energieerzeugung und Holzverarbeitung.

Die Anzahl der Substanzen, welche bei einer Vermischung mit Luft explosionsfähige Gemische bilden können, ist sehr groß. In den Industrien gibt es darüber hinaus viele Bereiche, in welchen explosionsfähige Atmosphären entstehen können. Einige davon sind gar nicht so offensichtlich. Sägewerke beispielsweise stellen primär keinen explosionsgefährdeten Bereich dar. Wenn sich jedoch das Sägemehl in großen Mengen ansammelt, kann ein solcher Bereich entstehen.

Öl und Gas



Chemie



Pharmazie

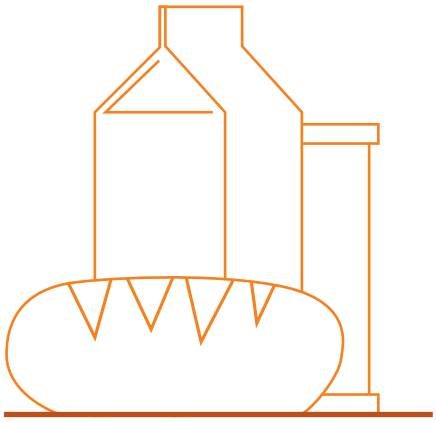




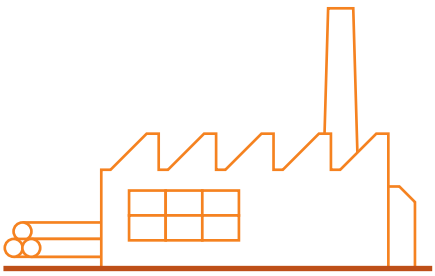
Energie



Lebensmittel



Holzverarbeitung



Normen für explosionsgefährdete Bereiche: Verständnis der Normen

Es gibt mehrere Vorschriften, die sich auf explosionsgefährdete Bereiche beziehen. Im Rahmen der IEC-Empfehlungen und europäischen Normen werden diese Vorschriften zunehmend harmonisiert.

Internationales IECEx-System

Das IECEx-System (http://www.iecex.com/) der International Electrotechnical Commission ist ein freiwilliges Zertifizierungssystem, welches die Übereinstimmung mit den sich auf die Sicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen beziehenden IEC-Normen nachweist.
Das IECEx-System umfasst vier Hauptbereiche:

- Zertifizierung von Reparaturwerken
- IECEx-Zulassung von Reparatur-Ausrüstungen
- Ex-Konformitätskennzeichnung
- Zertifizierung von Personal und deren Fachkenntnissen

IECEx-Konformitätskennzeichnungssystem

Damit eine Einrichtung die "Ex"-Konformitätskennzeichnung im Rahmen des IECEx-Systems erhält, muss eine Konformitätsbescheinigung vorliegen. Die Voraussetzungen für den Erhalt der Konformitätsbescheinigung sind:

- Gültiger IECEx-Qualitätsbewertungsbericht (QAR)
- Gültiges IECEx-Prüfprotokoll über die Typprüfung (ExTR)

Produkte mit dem IECEx-Konformitätszeichen haben eine IECEx-Konformitätserklärung. Diese bestätigt die Eignung des Produktes für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen. Außerdem wird damit bestätigt, daß der herstellende Betrieb ständig überwacht wird durch die Zertifzierungsbehörde. Das Kennzeichen erlaubt den Handel und Verkauf des Produktes ohne weitere Prüfungen. Eine Ausnahme bildet die Motorzündschutzart "Erhöhte Sicherheit (Ex e)". Hier muss der Motor immer zusammen mit dem Umrichter geprüft werden, falls nicht nur für direkten Netzbetrieb vorgesehen.

Europäische Richtlinien

Die Bezeichnung ATEX (vom französischen "ATmosphères EXplosibles" abgeleitet) umfaßt eine europäische Richtlinie als Kombination zweier EU-Richtlinien:
Der Arbeitsplatz-Richtlinie 1999/92/EG und der Produktrichtlinie 2014/34/EU.

Hier gibt es Richtlinien wie beim IECEx-System, jedoch mit einigen Ausnahmen und ohne die Möglichkeit, Servicewerkstätten sowie Personalkompetenzen zertifizieren zu können.

Die Übereinstimmung mit den "Grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Anforderungen" (EHSR) ist innerhalb der Europäischen Union verbindlich, was sich am einfachsten zeigt bei den einzelnen harmonisierten Normen.



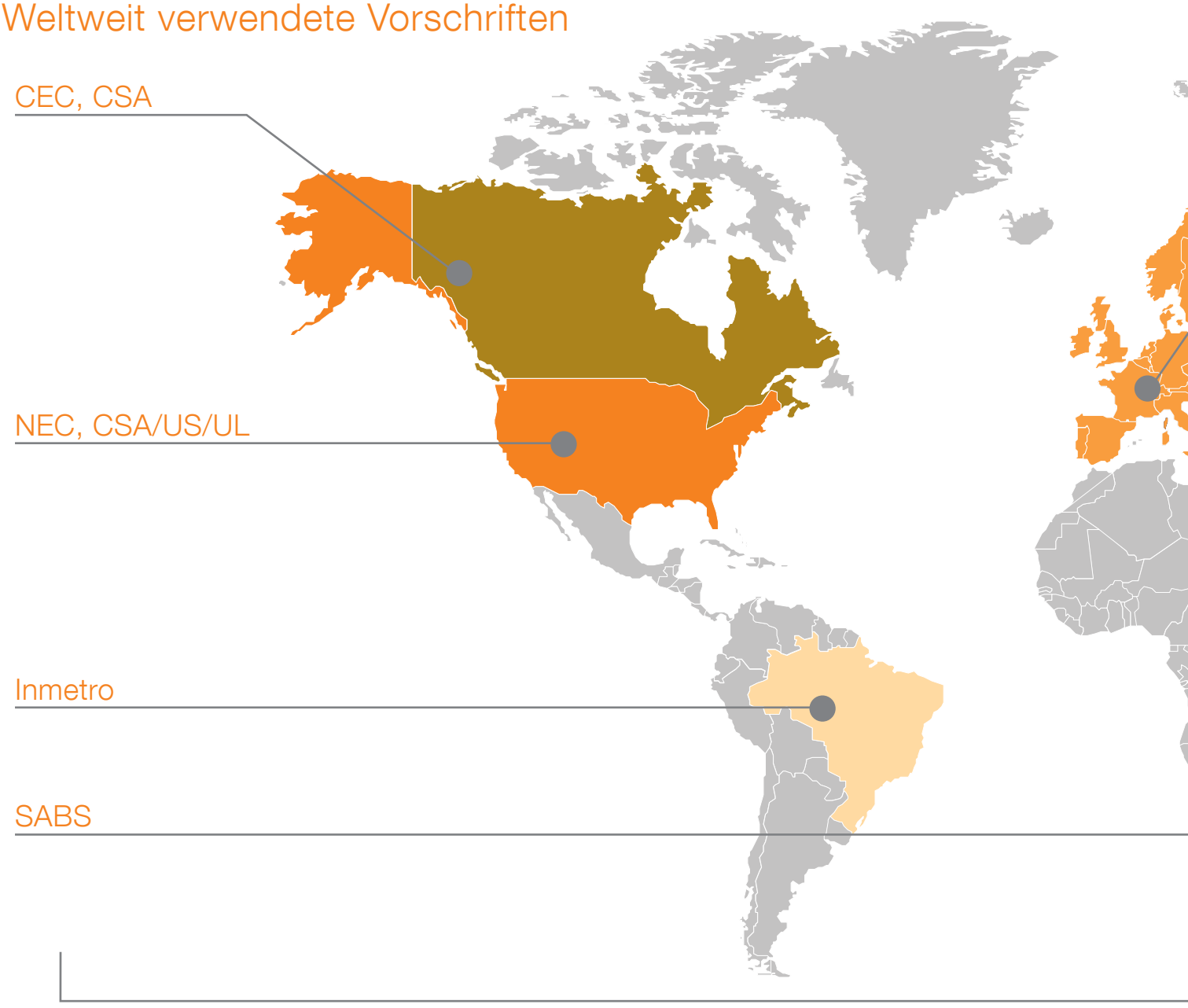


Wichtigste Normen für explosionsgefährdete Bereiche

IEC- und EN-Normen

- IEC/EN 60079-0 Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen
- IEC/EN 60079-1 Geräteschutz durch druckfeste Kapselung "d"
- IEC/EN 60079-7 Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit "e"
- IEC/EN 60079-15 Geräteschutz durch Zündschutzart "n"
- IEC/EN 60079-31 Geräte-Staubexplosionsschutz durch Gehäuse "t"
- IEC/EN 60079-14 Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
- IEC/EN 60079-17 Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen
- IEC/EN 60079-19 Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung
- IEC 60050-426 Geräte für explosionsgefährdete Bereiche
- IEC/EN 60079-10 Einteilung der Bereiche – Gasexplosions-gefährdete Bereiche
- IEC 60079-10-1 Einteilung der Bereiche – Gasexplosions-gefährdete Bereiche
- IEC 60079-10-2 Einteilung der Bereiche – Staubexplosions-gefährdete Bereiche

Weltweit verwendete Vorschriften



ATEX-Richtlinien

Die Arbeitsplatzrichtlinie 1999/92/EG legt die Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz für Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen fest.

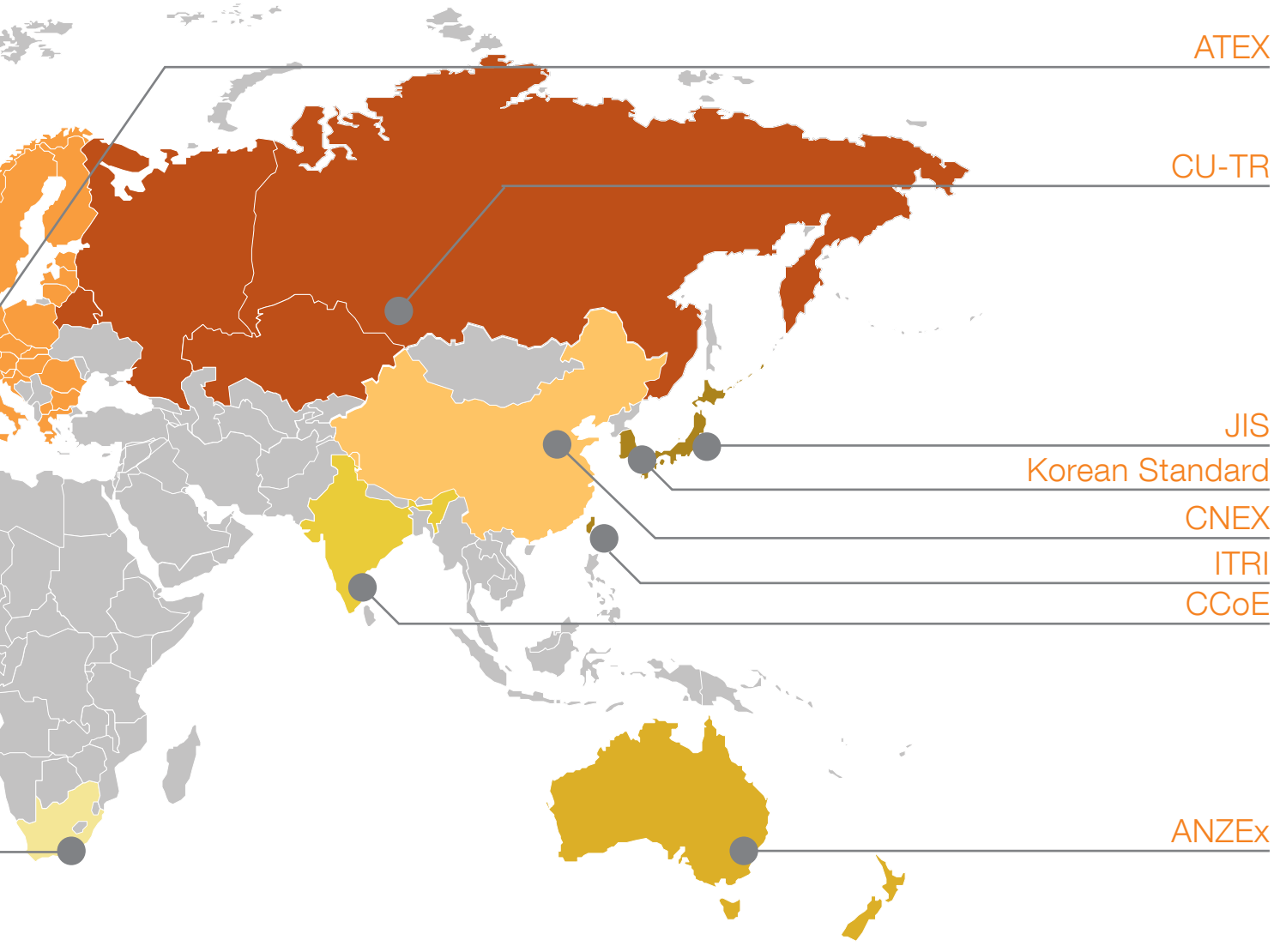
Die Produktrichtlinie 2014/34/EU legt die Produkt- oder Anlagensicherheit und die Sicherheit des Schutzsystems bei Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen fest. Diese Richtlinie ersetzt ATEX 95 und die frühere Produktrichtlinie 94/9/EG.

Zusätzlich zu IECEx und ATEX gibt es mehrere nationale Normen, die in einzelnen Ländern gelten können.

Weitere Normen

Viele Länder haben unterschiedliche Vorschriften, die die Konstruktion und Verwendung elektrischer Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen betreffen. Im Rahmen der IEC-Empfehlungen und der europäischen Normen werden diese Vorschriften immer stärker harmonisiert. Die Einhaltung nationaler Bestimmungen ist eventuell erforderlich für die endgültige Zulassung einer Anlage z. B. in Russland, Brasilien, Australien oder Japan. Selbige beziehen sich jedoch wiederum oft auf die nachfolgend genannten Hauptnormen:

- IEC: International Electrotechnical Commission
- EN: Europäische Norm
- NEC/CEC: National Electrical Code / Canadian Electric Code (500 oder 505) in Nordamerika



IECEx (weltweit)

Explosionsgefährdete Bereiche
Gruppen, Zonen, Kategorien und Geräte

Gruppen

International definiert die IEC 60079-0 und in Europa die EN 60079-0 die Gruppen für explosionsgefährdete Bereiche. Es gibt drei Gruppen. Gruppe I umfasst den Untertagebau oder durch Grubengas gefährdete Bergwerke. Gruppe II bezieht sich auf Anlagen übertage, bei welchen Gas auftritt, und Gruppe III bezieht sich auf Übertage-Anlagen mit vorhandenem Staub. In der Produktrichtlinie 2014/34/EU werden nur zwei Gruppen definiert: Gruppe I für den Untertagebau oder durch Grubengas und/oder brennbaren Staub gefährdete Bergwerke und Gruppe II für alle Anlagen übertage.

Die Gruppenbezeichnung basiert im Wesentlichen auf dem Einsatzort der Anlage (Klassifizierung von Anlagen).

Untergruppen und Temperaturklassen

Explosionsfähige Gase, Dämpfe und Stäube haben unterschiedliche chemische Eigenschaften, welche die Wahrscheinlichkeit und Schwere einer Explosion beeinflussen. Hierzu gehören die Flammentemperatur, die Mindestzündenergie, die obere und untere Explosionsgrenze und das Molekulargewicht. Je nach Art des explosionsfähigen Gases/Staubs werden die Gase nach IIA, IIB und IIC und Stäube nach IIIA, IIIB und IIIC eingeordnet.

Die Temperaturklassen für Anlagen werden auf Basis der maximalen Oberflächentemperatur festgelegt. Bei der Auswahl eines Betriebsmittels für einen explosionsgefährdeten Bereich muss seine maximale Oberflächentemperatur unter der Zündtemperatur des möglichen Gas- oder Staubgemischs liegen.

Klassifikation von Gasen

Temp.-klasse	Zündtemp. des Gases/Dampfs °C	Max. zulässige Temp. der Einrichtung °C	Gas (Beispiele)
T1	> 450	450	Wasserstoff
T2	> 300 < 450	300	Ethanol
T3	> 200 < 300	200	Schwefelwasserstoff
T4	> 135 < 200	135	Diethylether
T5	> 100 < 135	100	-
T6	> 85 < 100	85	Schwefelkohlenstoff

Gasuntergruppen

IIA	~120 Gase und Dämpfe z. B. Butan/Erdöl/Propan
IIB	~30 Gase und Dämpfe z. B. Ethylen/Dimethylether/Koksofengas
IIC	drei Gase: Wasserstoff H_2/Acetylen C_2H_2 Schwefelkohlenstoff CS_2

Staubklassifikation

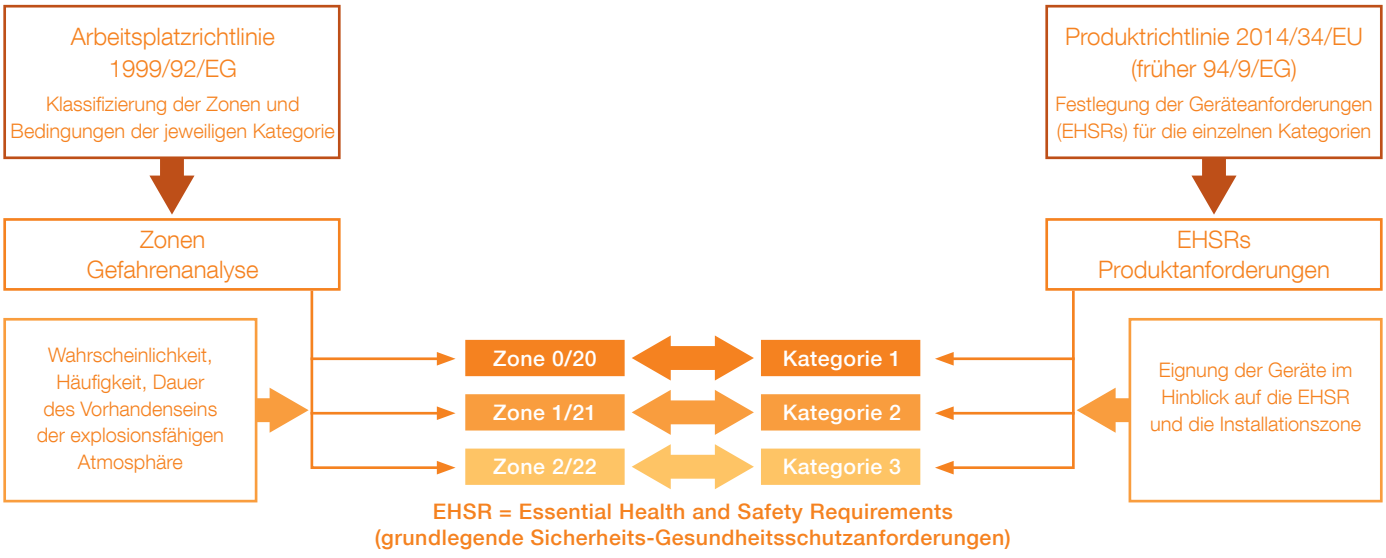
		TCL (Wolke) °C	T5mm (Schicht) °C	Oberflächentemp. bei einer Staub-schicht unter 5 mm
Lebensmittel-/ Futtermittel-Industrie	Weizen	350	270	195
	Gerste, Mais	380	280	205
	Zucker	350	430	233
Naturmaterialien	Holz	330	280	205
	Holzkohle	520	230	195
	Steinkohle	460	240	165
Chemie	PVC	450	330	255
	Synthese-kautschuk	470	220	145
	Schwefel	240	250	160

Quelle BIA-Bericht 13/97
HVBG

Staubuntergruppen

IIIA	entzündbare Flugstoffe
IIIB	nicht leitfähige Stäube
IIIC	leitfähige Stäube

Bezug zwischen den ATEX-Richtlinien



EHSR = Essential Health and Safety Requirements (grundlegende Sicherheits-Gesundheitsschutzanforderungen)

Der Hersteller ist für die Produktsicherheit und die Lieferung der Montage- und Wartungsanweisungen verantwortlich. Die Produktrichtlinie leitet den Hersteller bei der Produktklassifikation und der Zertifizierung des Produkts und der Produktion.
Der Endnutzer muss dafür sorgen, dass das Produkt auf sachgerechte Weise installiert, gewartet und betrieben wird, sodass davon keine Explosionsgefahr ausgeht. Die Arbeitsplatzrichtlinie verpflichtet den Endnutzer, zertifizierte Produkte zu verwenden, Gefahrenanalysen, Sicherheitsanweisungen und Schulungsunterlagen zu erstellen sowie Verfahrensregeln für Betrieb und Wartung festzulegen.

Explosionsgefährdete Bereiche
Gruppen, Zonen, Kategorien und Geräte

Zonen

In der Industrie müssen alle explosionsgefährdeten Bereiche einer Bereichsklassifikation – den Zonen – zugeordnet werden.

Das Zonensystem wird weltweit verwendet und heute auch als alternatives System in Nordamerika akzeptiert.

Normalerweise legen Behörden den Zonen-Bereich fest. Die Festlegung kann aber auch durch Dritte, d. h. eine benannte Stelle oder andere Experten, erfolgen.

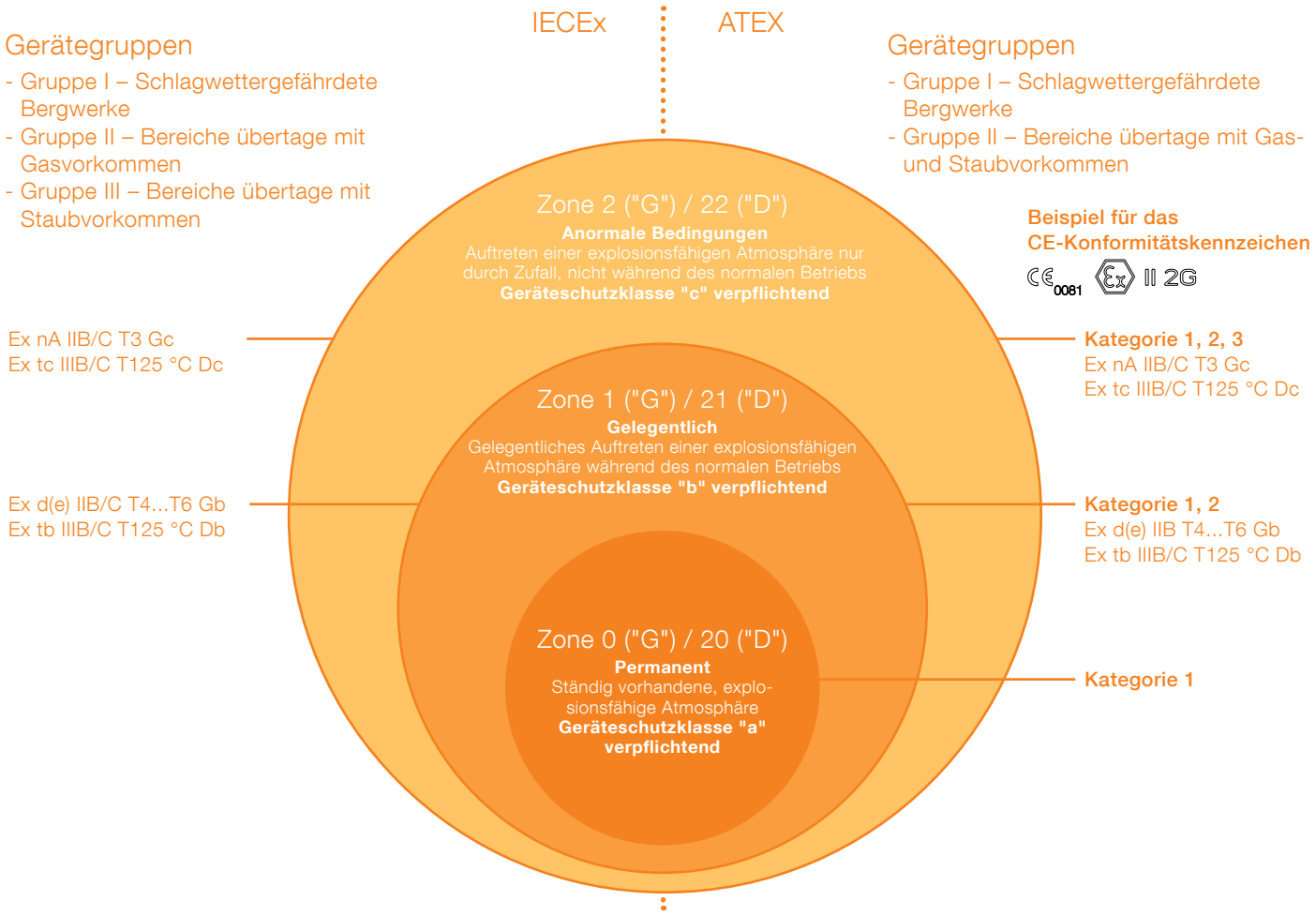
Der Betreiber muss die Klassifikation seiner Anlage durchführen lassen, bevor die entsprechenden Betriebsmittel ausgewählt und installiert werden können.

Weltweit wird ein Zonensystem zur Klassifikation explosionsgefährdeter Bereiche verwendet. Die Arbeitsplatzrichtlinie 1999/EG und die internationalen Normen IEC 60079-10-x, EN 60079-10-x legen diese Zonen fest. Die Zonenklassifikation liegt immer in der Verantwortung des Betreibers der Anlage, in der explosionsgefährdete Bereiche bestehen.

Es gibt 6 Zonen:

- Die Zonen 0 (für Gas) und 20 (für Staub), in welchen dauerhaft explosionsfähige Atmosphären herrschen.
- Die Zonen 1 (für Gas) und 21 (für Staub), in welchen nur gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre auftritt.
- Die Zonen 2 (für Gas) und 22 (für Staub), in welchen eine
- explosionsfähige Atmosphäre nur durch Zufall oder einen Defekt auftritt, nicht jedoch während des normalen Betriebs.

Gerätegruppen und Zonen gemäß IECEx und ATEX



Gerätekategorien

Gerätekategorien werden bei ATEX verwendet. Die Kategorie gibt an, welche Sicherheitsstufe ein Produkt haben muss, damit es in einer Zone eingesetzt werden darf. In Zone 0/20 müssen Geräte der Kategorie 1, in Zone 1/21 Geräte der Kategorie 2 und in Zone 2/22 Geräte der Kategorie 3 verwendet werden.

Die Einteilung in Kategorien ist von besonderer Bedeutung. Sämtliche durch den Endnutzer ausgeführten Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten hängen ab von der Kategorie des Produkts/der Einrichtung und nicht von der Zone, in der diese installiert sind.

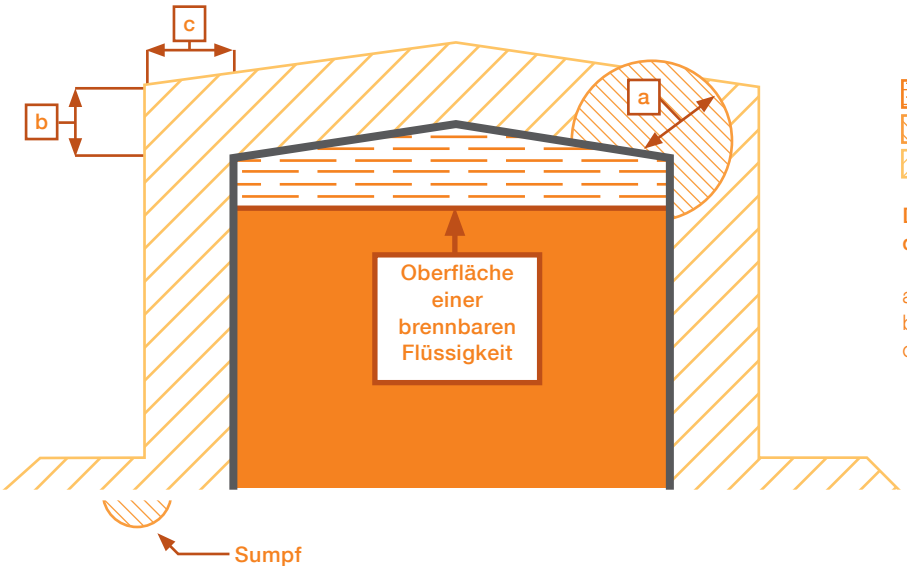
Geräteschutzklassen (EPL)

Die neuesten Änderungen der IEC- und EN-Normen führen das Konzept der "Geräteschutzklassen" ein, welche die Produkte nach deren Zündgefahr einteilen. Die EPL berücksichtigt auch die eventuellen Folgen einer Explosion. Für Zone 0/20 wäre die verpflichtende Geräteschutzklasse"a", für Zone 1/21 wäre es "b" und für Zone 2/22 "c".

Auswahl des Motortyp nach Zone und Kategorie/EPL

Norm IEC 60079-0 EN 60079-0			Installationszone gemäß IEC 60079-10-x EN 60079-10-x	ATEX-Richtlinie 2014/34/EU (frühere Richtlinie 94/9/EG)		Wichtigste Motorschutzarten
Gruppe	EPL	Schutzart	Zonen	Gerätegruppe	Gerätekategorie	
I (Bergwerke)	Ma	sehr hoch	Die Zonenklassifikation wird bei Bergwerken nicht benutzt.	I (Bergwerke)	M1	Anforderungen gemäß EN 1127-2
	Mb	hoch			M2	
II (Gas)	Ga	sehr hoch	0	II (übertage)	1G	Keine Elektromotoren zulässig
	Gb	hoch	1		2G	Ex d/Ex de, Ex p, Ex e
	Gc	verbessert	2		3G	Ex nA
III (Staub)	Da	sehr hoch	20		1D	Keine Elektromotoren zulässig
	Db	hoch	21		2D	Ex tb IP 65
	Dc	verbessert	22		3D	Ex tc, IP 65/IP 55

Die Zonenfestlegung wird anhand eines Lagertanks dargestellt



Zone 0
Zone 1
Zone 2

Die Zonenabstände werden auf Basis der Risikobewertung festgelegt.

a = Abstand von einer Belüftungsöffnung
b = Abstand vom Dach
c = horizontaler Abstand von einem Tank

Fakten
Motorzündschutzarten

In explosionsgefährdeten Bereichen werden Motoren direkt an die Arbeits-Maschinen angeschlossen. Diese Bereiche haben eine Zonenklassifikation, und die Zone legt die Mindestsicherheitsstufe (Kategorie) fest, welche die Motoren einhalten müssen. Die Kategorie legt die für den Motor zulässigen Zündschutzarten fest.

Druckfeste Kapselung
Zündschutzart Ex d

Anforderungen der Zündschutzart Ex d bei Verwendung mit einem Frequenzumrichter

- Der Motor wurde zusammen mit dem für den Betrieb vorgesehenen Frequenzumrichter und dem vorgesehenen Schutzgerät typgeprüft.
- Oder es wird der direkte Temperaturschutz mit integrierten Temperaturfühlern und einer ausreichenden Marge zur Begrenzung der Oberflächentemperatur des Motors verwendet. Das Ansprechen der Schutzgeräte muss zur Abschaltung des Motors führen.

Verbindungsstellen sind mit definierten Spalten versehen, welche bei einer Explosion im Inneren des Motors das austretende Flammgas kühlen.



Flammenpfade zwischen Welle und innerem Lagerdeckel

Das Motorgehäuse ist so konstruiert, dass es einer Explosion im Inneren standhält

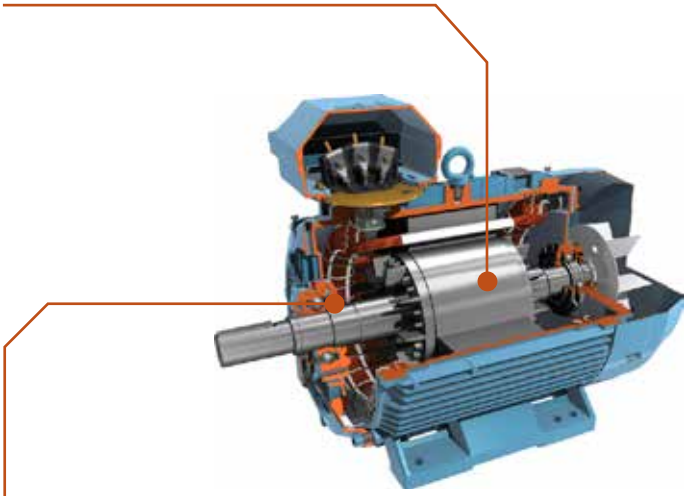
Bei der Temperaturklasse Ex d muss nur die max. Oberflächentemperatur eingehalten werden.

Non-sparking
Zündschutzart Ex nA

Anforderungen der Zündschutzart Ex nA bei Verwendung mit einem Frequenzumrichter

- Der Motor wird mit dem Frequenzumrichter oder einem vergleichbaren Antrieb geprüft.
- Oder es wird die Temperaturerhöhung des Motors durch Berechnung ermittelt
- Oder es wird direkt die Motortemperatur durch integrierte Temperaturfühler kontrolliert. Das Ansprechen des Schutzgerätes muss den Motor abschalten.

Keine heißen Oberflächen unter Nennbedingungen



Kein Funkenschlag während des normalen Betriebs oder des Anlaufs

Die Oberflächentemperatur (innen oder außen) keines Teils darf den Ex nA-Grenzwert der Temperaturklasse überschreiten.

Motoren können auch nach Geräteschutzklassen (EPL) gemäß den IEC/EN-Normen klassifiziert werden. Die Geräteschutzklasse steht für das technische Zündrisiko eines Motors. Der Zweck dieser Klassifikation besteht darin, die Auswahl von Motoren für verschiedene Zonen zu erleichtern.

Bei Motoren ist die EPL-Kennzeichnung in der Ex-Kennzeichnung und die Gerätekategorie in der CE-Kennzeichnung enthalten.

Die Einteilung in Kategorien ist von besonderer Bedeutung, denn sämtliche durch den Endnutzer ausgeführten Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten sind von der Kategorie des Produkts/der Einrichtung und nicht von der Zone, in der installiert wird, abhängig.

Nachfolgend sind einige Beispiele für Zündschutzarten von Ex-Motoren aufgeführt.

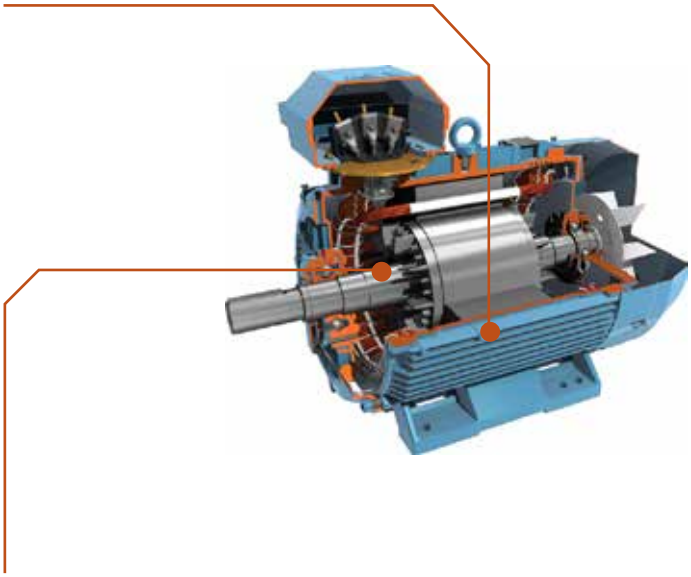
Staubexplosionsschutz

Zündschutzart Ex t

Anforderungen der Zündschutzart Ex t bei Verwendung mit einem Frequenzumrichter

- Der Motor wurde zusammen mit dem für den Betrieb vorgesehenen Frequenzumrichter und dem vorgesehenen Schutzgerät geprüft, oder
- direkter Temperaturschutz mit integrierten Temperaturfühlern und einer ausreichenden Marge zum Schutz der Lager oder des Rotors. Das Ansprechen des Schutzgerätes muss den Motor abschalten.

Keine heißen Flächen außerhalb des Gehäuses sowohl bei Nennbedingungen als auch bei Störungen



Schutzart hoch genug, um sicherzustellen, dass kein Staub in den Motor eindringen kann

Bei der Temperaturklasse Ex t muss nur die Oberflächentemperatur berücksichtigt werden.

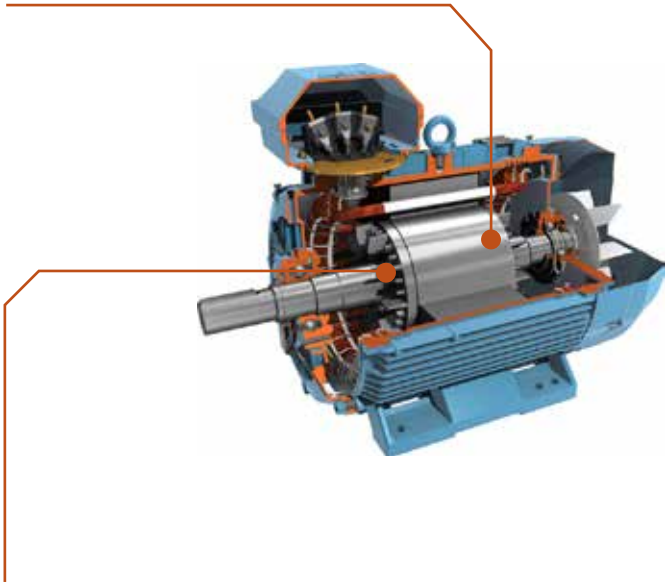
Erhöhte Sicherheit

Zündschutzart Ex e

Anforderungen der Zündschutzart Ex e bei Verwendung mit einem Frequenzumrichter

Die Norm verlangt, dass der Motor zusammen mit dem betreffenden Frequenzumrichter und dem für diesen Betrieb vorgesehenen Schutzgerät geprüft wird. Ein kombinierter Erwärmungslauf ist verpflichtend.

Keine heißen Flächen während des Betriebs, Anlauf oder festgebremstem Rotor



Kein Funkenschlag während des normalen Betriebs oder des Anlaufs

Die Oberflächentemperatur (innen oder außen) keines Teils darf den Ex e-Grenzwert der Temperaturklasse überschreiten.

Zertifizierungsverfahren und Kennzeichnung

IECEx-Zulassung

Alle Produkte müssen von einer Zertifizierungsstelle (ExCB) zugelassen werden. Dies gilt für alle Produkte unabhängig von deren Schutzverfahren oder der Eignung für eine bestimmte Zone. Damit ein Produkt die IECEx-Konformitätsbescheinigung erhält, muss geprüft werden, ob es die durch die Normen vorgegebenen technischen Anforderungen erfüllt. Außerdem muss für die Produktion ein Qualitätsbewertungsbericht der Zertifizierungsstelle vorliegen, der nachweist, dass die Produktionseinrichtung über ein für Ex-Produkte vorgeschriebenes Qualitätssicherungssystem und -niveau verfügt. Die Kennnummer der Zertifizierungsstelle ist auf dem Typenschild des Motors angegeben. Die Prüfung hat entsprechend den Qualitätsbescheinigungen eine Gültigkeit von 12 - 18 Monaten.

Da IECEx keinen anwendbaren Standard für komplexe Sicherheitseinrichtungen im Hinblick auf die Explosionsgefahr des Motors bietet, haben die in den Antrieb integrierten Sicherheitsfunktionen keine IECEx-Zulassung.

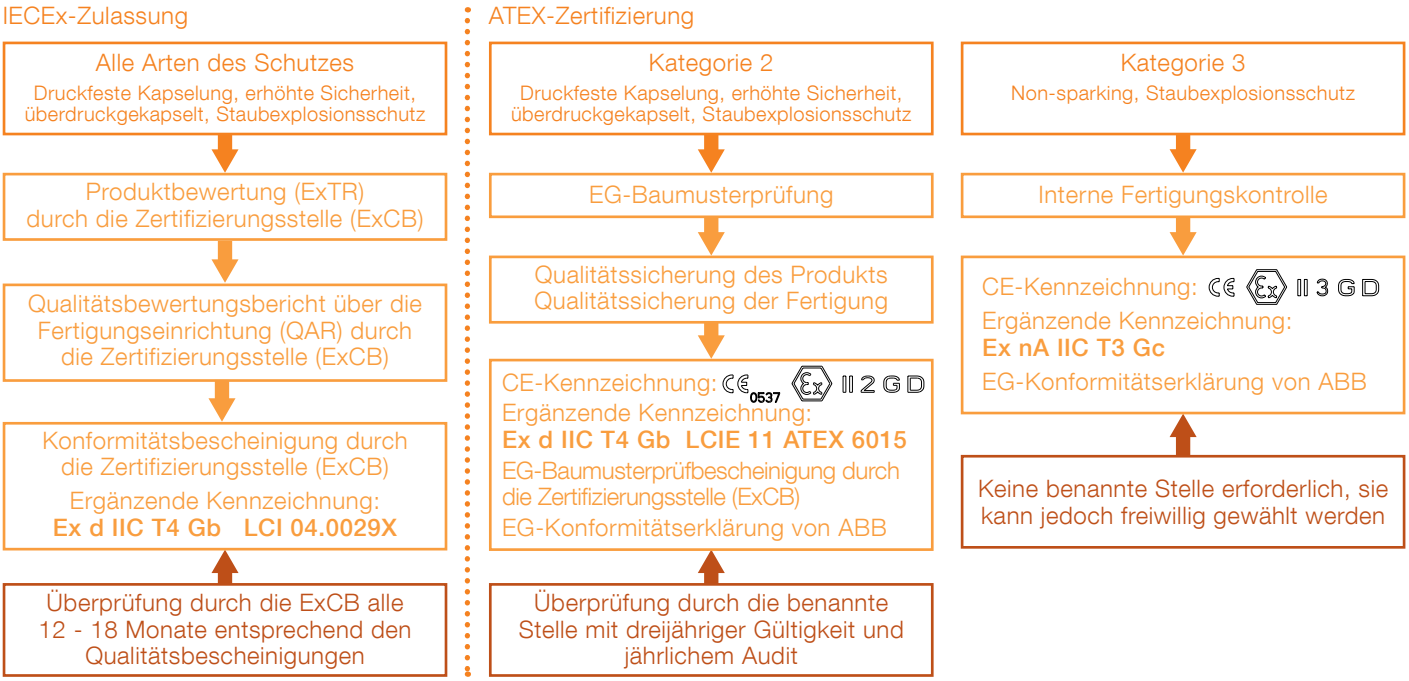
ATEX-Zertifizierung

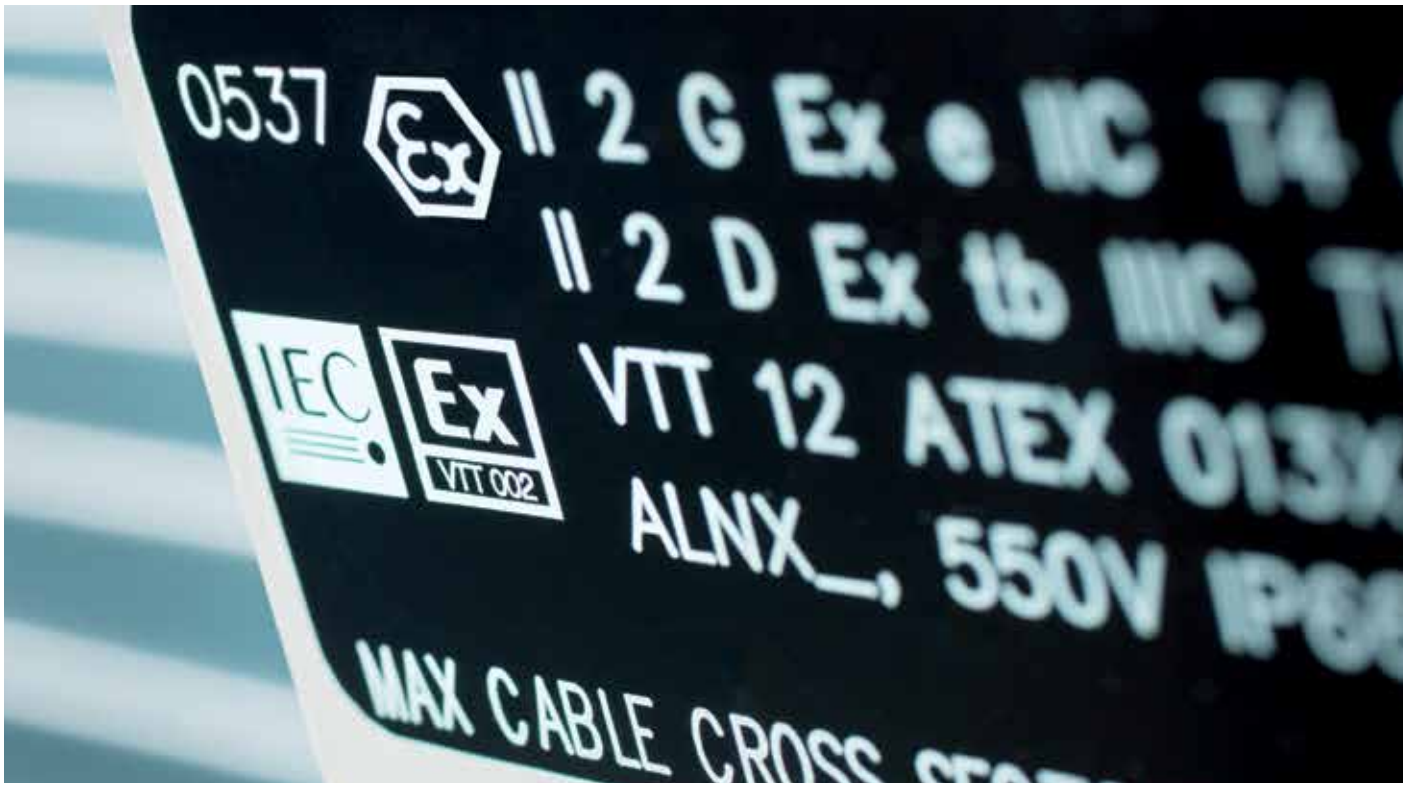
Bei ATEX hängt das Zulassungsverfahren von der Produktkategorie ab. Motoren der Kategorie 2 werden immer von einer benannten Stelle zertifiziert. Die Zertifizierung umfasst Produktprüfungen und eine Werkskontrolle. Die Werkskontrolle hat eine Gültigkeit von 3 Jahren und unterliegt einer jährlichen Prüfung. Die Kennnummer der benannten Stelle steht neben dem CE-Kennzeichen auf dem Typenschild. Die Zulassungsnummer ist Teil der Angaben auf dem Motortypenschild.

Für Motoren der Kategorie 3 erlauben die Richtlinien eine Konformitätserklärung durch den Motorenhersteller. Selbstdeklaration beruht auf dem internen Qualitätswesen, das die Konformität aller Motoren mit den Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen (EHSRs) prüft. Die CE-Kennzeichnung ist auf dem Motortypenschild ohne weitere Nummer oder Information angegeben. Ergänzende Kennzeichen beziehen sich nicht auf eine Zulassungsnummer, denn es gibt kein Zertifikat.

Die ATEX-Zertifizierung ist auch für die Schutzgeräte vorgeschrieben, mit denen das für den Motor erforderliche Schutzkonzept realisiert wurde. Die in den Frequenzumrichter integrierten Sicherheitsfunktionen liegen innerhalb des Umfangs der ATEX-Zertifizierung.

Zertifizierungsverfahren





Beispiel eines Motors mit druckfester Kapselung gemäß IECEx und ATEX

Geräteschutzkennzeichnung für Gas

Ex d IIC T4 Gb

Zündschutzart Ex d
= druckfeste Kapselung
Gerätegruppe IIC für Gasgruppe B
Temperaturklasse T4 = max. zulässig 135 °C
Geräteschutzklassen = Klasse b für Gas

Geräteschutzkennzeichnung für Gas

CE **0081** Ex **II 2G**

CE-Kennzeichnung
Kennzeichen der für die Zulassung zuständigen Prüfstelle.
Kennzeichen der Europäischen Kommission für Ex-Produkte
Gerätegruppe: II für die Industrie übertage
Gerätekategorie: 2G für Gasumgebungen, die ein hohes Schutzniveau erfordern

Einfluß von Frequenzumrichtern auf den Betrieb von Ex-Motoren

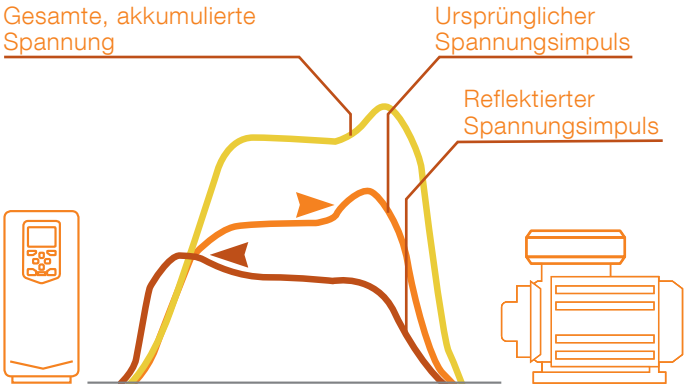
Frequenzumrichter bewirken, dass Ex-Motoren den Prozessanforderungen entsprechend drehzahlgeregelt betrieben werden können, Energie sparen und die Prozessleistung verbessern. Allerdings sind bei der Verwendung von Frequenzumrichtern zusätzliche Aspekte für den Motorschutz zu beachten:

- Steile Spannungsimpulse, welche die Stator-Wicklungsisolation belasten und Funkenschlag verursachen können.
- Steile Anstiege der Spannung können Spannungs-Reflexionen bewirken, die zu einer Erhöhung der Spannung an den Motoranschlüssen um das bis zu 2,5-fache der Nennspannung führen können.
- Gleichtaktspannungen und -ströme können zu Funkenschlag in den Motorlagern und auch zu einer Zerstörung der Isolation führen.
- Stärkerer Anstieg der Oberflächentemperatur des Motors aufgrund einer schwächeren Selbstkühlung des Motors, wenn ein Motor mit einem auf der Welle montierten Lüfter bei geringerer Drehzahl läuft.
- Bei Überlast kann die Oberflächentemperatur des Motors stark ansteigen, wenn dies bei der Dimensionierung nicht berücksichtigt wurde und die Belastbarkeitskurven überschritten werden.

Schutz vor Überspannung

Aufgrund schneller Schaltungen und Reflexionen im Kabel unterliegen Motoren einer stärkeren Spannungsbelastung in den Wicklungen, wenn sie über Frequenzumrichter versorgt werden anstelle sinusförmiger Netzspannung. Die Folge kann ein Anstieg der Spannung auf das 2,5-fache der Motornennspannung sein. Das belastet die Wicklungsisolation des Motors und kann diese zerstören, so dass es zu Funkenschlag kommen kann. ABB empfiehlt:

- Zwischen 500 V und 600 V benötigt der Motor eine verstärkte Wicklungsisolation und der Frequenzumrichter muss mit einem du/dt-Filter ausgestattet sein.
- Über 600 V benötigt der Motor eine verstärkte Wicklungsisolation und der Frequenzumrichter muss mit einem du/dt-Filter ausgestattet werden.
- Wenn das Kabel zwischen Frequenzumrichter und Motor länger als 150 m ist und die Spannung zwischen 600 und 690 V liegt, muss der Motor mit einer verstärkten Wicklungsisolation versehen sein.



Typische akkumulierte Spannung.

Schutz vor Lagerströmen

Der Frequenzumrichter kann Gleichtaktspannungen verursachen, welche Spannungen in den Motorlagern induzieren und so zu einem Stromfluss durch die Motorlager führen. Als Schutz vor Lagerströmen empfiehlt ABB:

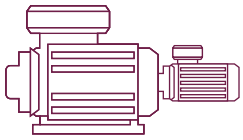
- Motoren ab der Baugröße IEC 280 sollten mit isolierten Lagern an der Nichtantriebsseite (B-Seite) ausgestattet sein, um eventuelle Lagerströme zu verhindern.
- Bei Motoren ab Baugröße IEC 355 mit isolierten B-seitigen Lagern sollte der Frequenzumrichter zusätzlich mit einem Gleichtaktfilter ausgestattet werden.

Schutz des Motors vor Überhitzung

Um den Motor vor Überhitzung zu schützen, muss die Motortemperatur unter Kontrolle gehalten werden. Das Arbeitsmoment in Abhängigkeit von der Motordrehzahl muss bekannt sein (Belastungsdiagramm). Für einen sicheren Betrieb muss die Motor-Frequenzumrichter-Kombination korrekt dimensioniert sein, damit die Belastbarkeitskurve eingehalten wird. Die Angaben auf dem Leistungsschild müssen beachtet werden. Als Schutz vor einer zu hohen Erwärmung des Motors empfiehlt ABB folgende Lösungen:

- Ein Fremd-Lüfter zur Erhöhung der Kühlleistung und Belastbarkeit bei niedrigen Drehzahlen
- Direkte Messung der Oberflächentemperatur des Motors für eine kontrollierte Abschaltung des Motors
- Überwachung und Regelung des in den Motor eingespeisten Stroms
- Begrenzung des Motorstromes, um Überlasten zu verhindern.

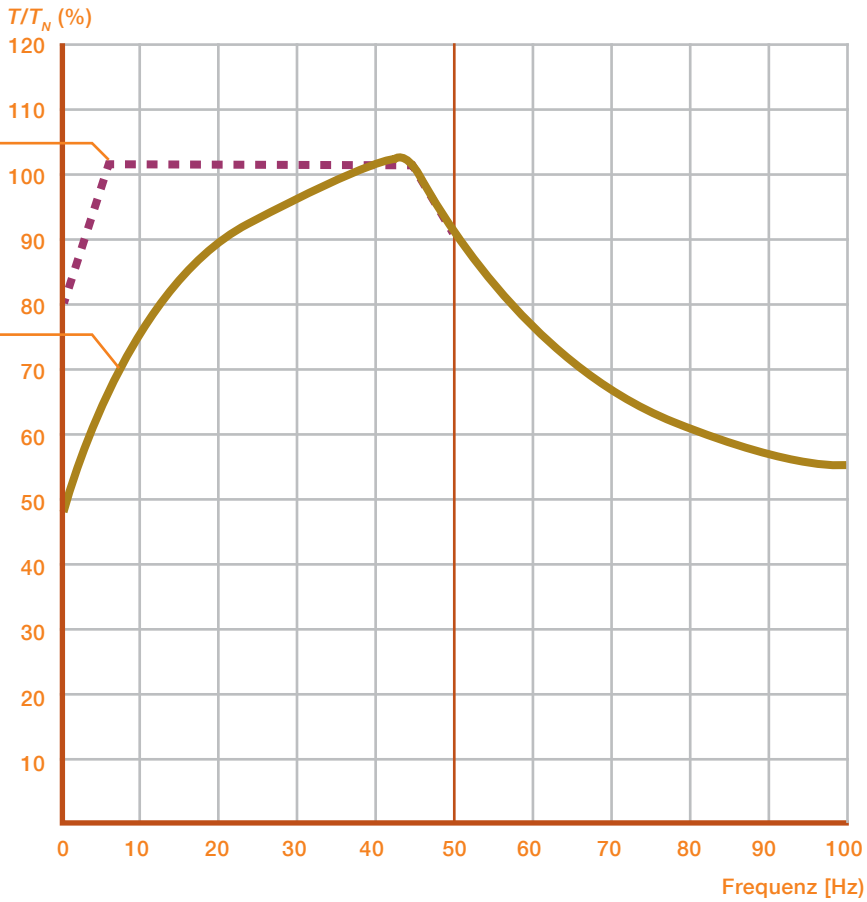
Typische Motorbelastbarkeitskurven



Motoren mit Fremdkühlung



Motoren mit Selbstkühlung



Auswahltabelle für die Motorisolation und Frequenzumrichterfilter von ABB

Versorgungsspannung	Motorbaugröße	Wicklungsisolierung	Motorlager	Frequenzumrichterfilter
≤ 500 V	≤ IEC 250	ABB-Standardisolation	Standardlager	Kein Filter erforderlich
	IEC 280 - 315	ABB-Standardisolation	Isoliertes B-seitiges Lager	Kein Filter erforderlich
	IEC 355 - 450	ABB-Standardisolation	Isoliertes B-seitiges Lager	Gleichtaktfilter
≤ 600 V	≤ IEC 250	ABB-Standardisolation	Standardlager	du/dt-Filter
		ABB-Sonderisolation (Variantencode 405)	Standardlager	Kein Filter erforderlich
	IEC 280 - 315	ABB-Standardisolation	Isoliertes B-seitiges Lager	du/dt-Filter
		ABB-Sonderisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	Kein Filter erforderlich
	IEC 355 - 450	ABB-Standardisolation	Isoliertes B-seitiges Lager	du/dt-Filter, Gleichtaktfilter
		ABB-Sonderisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	Gleichtaktfilter
≤ 690 V	≤ IEC 250	ABB-Sonderisolation (Variantencode 405)	Standardlager	du/dt-Filter
	IEC 280 - 315	ABB-Sonderisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	du/dt-Filter
	IEC 355 - 450	ABB-Sonderisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	du/dt-Filter, Gleichtaktfilter
600 V - 690 V mit Kabellängen über 150 m	≤ IEC 250	ABB-Sonderisolation	Standardlager	Kein Filter erforderlich
	IEC 280 - 315	ABB-Sonderisolation	Isoliertes Lager	Kein Filter erforderlich
	IEC 355 - 450	ABB-Sonderisolation	Isoliertes Lager	Gleichtaktfilter

ATEX-zertifizierte Sicherheitsfunktionen integriert im Frequenzumrichter

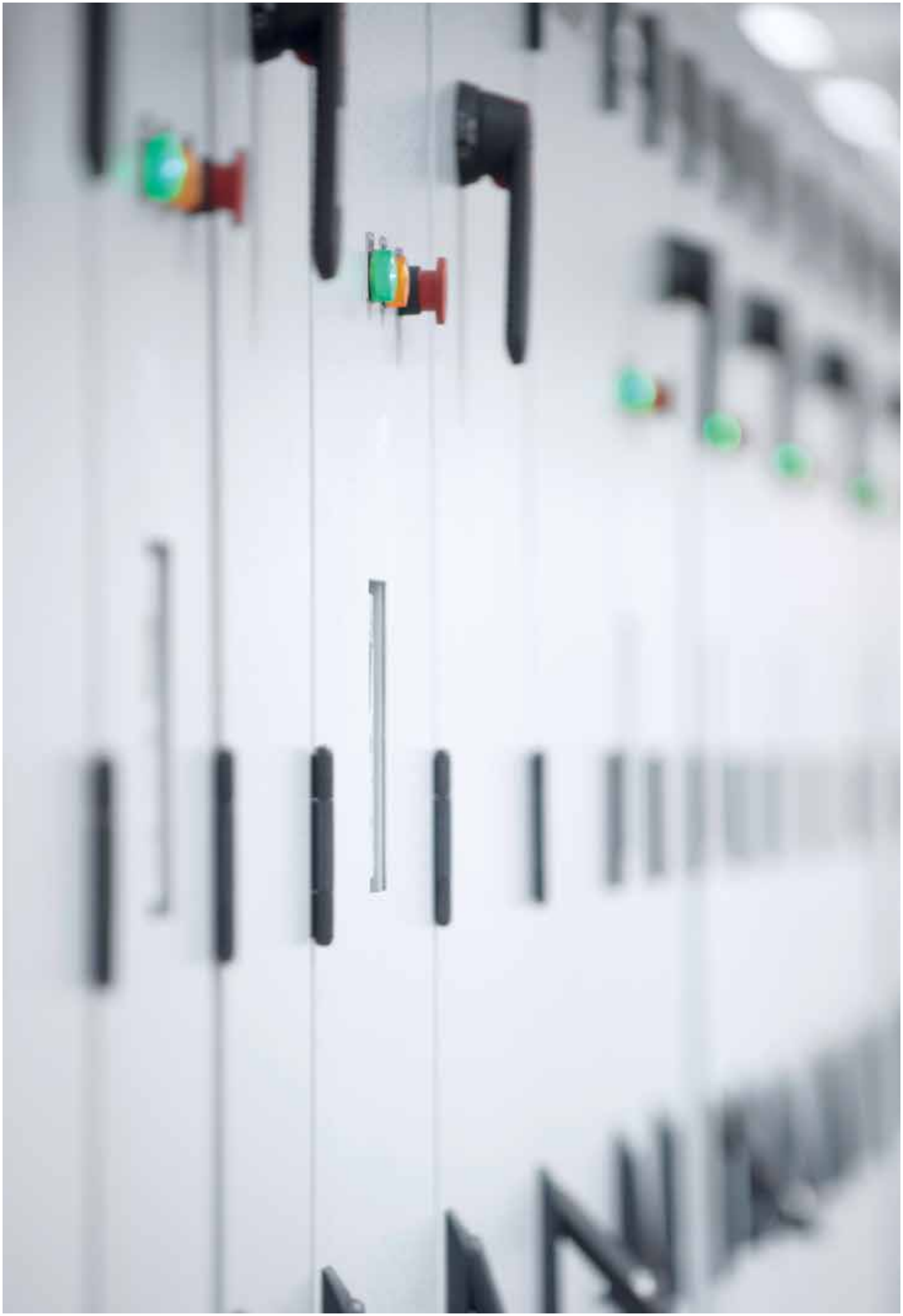
Zweck der Sicherheitsfunktion ist es, den Motor im Störfall vom Netz zu trennen. Die Schutzgeräte der Ex-Anlagen/-Produkte erfüllen die ATEX-Vorschriften – harmonisierte Norm EN 50495:2010. Da IECEx derzeit keine entsprechende Norm für komplexe Sicherheitseinrichtungen zu Explosionsgefahren enthält, kann die Zertifizierung von Schutzgeräten nur nach dem ATEX-Standard erfolgen. Dabei sollten auch immer die nationalen Vorschriften mit einbezogen werden.

Viele Frequenzumrichter für den Industrie-Einsatz enthalten ATEX-zertifizierte Sicherheitsfunktionen mit Schnittstellen zu PTC/Pt100-Gebern, um den Übertemperaturschutz eines Ex-Motors sicherzustellen. Bei ATEX müssen die Schutzgeräte zertifiziert und ähnlich wie z. B. Ex-Motoren gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung kann sich auf dem Frequenzumrichter befinden, bezieht sich aber nur auf die in den Frequenzumrichter integrierte Sicherheitsfunktion und bedeutet nicht, dass der Frequenzumrichter zusammen mit einem Ex-Motor geprüft und zertifiziert wurde.

Beispiel für eine Schutzgerätekennzeichnung



Beispiel für eine Schutzgerätekennzeichnung. Die Klammern geben an, dass eine Sicherheitseinrichtung zum Schutz von Produkten der Kategorie 2 verwendet werden kann, die Sicherheitseinrichtung selbst und der Antrieb jedoch, in den sie integriert ist, müssen in einem sicheren Bereich installiert sein.



Auswahl des Ex-Motors und des Frequenzumrichters

Bei der Auswahl eines Motors mit Frequenzumrichter für explosionsgefährdete Bereiche sind die Anweisungen und Empfehlungen des Motorenherstellers zu beachten. Da nur der Motor in einem explosionsgefährdeten Bereich installiert werden darf und sich der Umrichter immer in einem sicheren Bereich befinden muss, zielen die Anweisungen darauf ab, eine Überhitzung des Motors oder Funkenschlag zu verhindern. Für einen sicheren Betrieb sind bestimmte Aspekte bei der Auswahl eines Motors zusammen mit einem Frequenzumrichter zu beachten.



Niederspannungsmotor mit druckfester Kapselung Ex d, Typ M3JP 132.

Anforderungen

Die Auswahl des Motors und des dazu passenden Frequenzumrichters beginnt mit der Zusammenstellung der Kundenanforderungen im Hinblick auf die Umgebungsbedingungen, die Netzspannung und -frequenz, den Drehzahlbereich, die Motorlast, den Lasttyp und eventuell Überlast, Wirkungsgrad sowie insbesondere die Zone, Gas-/Staubgruppe, Temperaturklasse und Zündschutzart. Zunächst erfolgt die Auswahl des Motors.

Motor- und Frequenzumrichterauswahl gemäß den Anforderungen

Prüfung des Motors, ob dessen Zulassung des Motors, ob die Zulassung auch für den Frequenzumrichterbetrieb gilt und welche Bedingungen zulässig sind.

Dimensionierung des Motors und des Frequenzumrichters

Bei der Dimensionierung eines Motors für drehzahlgeregelte Anwendungen müssen die thermische Dauerbelastung sowie die kurzzeitige Überlastbarkeit berücksichtigt werden. Auch die Begrenzung der Schaltfrequenz beim Umrichter über eventuelle Ex-Parameter reduziert den Strom und sollte bei den Berechnungen berücksichtigt werden.

Am besten lässt sich ein Motor mit dem DriveSize-Programm von ABB dimensionieren, welches von der ABB-Internetseite heruntergeladen werden kann (http://new.abb.com/drives/software-tools/drivesize).

ABB-Frequenzumrichter können auch anhand der Belastbarkeitskurven dimensioniert werden. Diese geben das maximal zulässige Dauermoment in Abhängigkeit von der Drehzahl an. Das Abtriebsmoment wird als Prozentsatz vom Motornennmoment angegeben.

Hinweis! Die maximale Drehzahl des Motors darf nicht überschritten werden.

Die Belastbarkeitskurven werden abhängig vom Frequenzumrichtertyp für eine bestimmte Schaltfrequenz berechnet. Da sich die Schaltfrequenz bei verschiedenen Frequenzumrichtern und Lasttypen unterscheidet, muss zur Sicherstellung eines gefahrlosen Betriebs – besonders bei Umrichtern anderer Hersteller – die Kombination aus Motor und Umrichter für die betreffende Zündschutzart getestet werden. Alternativ können die Temperaturfühler im Motor an ein zertifiziertes PTC/Pt100-Relais angeschlossen werden, mit dem das Hauptschütz des Umrichters gesteuert wird und somit den Motor vom Netz trennt, wenn der Temperaturgrenzwert überschritten wird.

Hinweis! Installierte Filter müssen bei der Dimensionierung des Motors berücksichtigt werden.

Die Belastbarkeitskurven und weitere Informationen sind im Katalog Niederspannungsmotoren für explosionsgefährdete Bereiche enthalten.

Weitere, zu berücksichtigende Aspekte

Kurzzeitige Überlastbarkeit, Filter und Isolation, Umgebungsbedingungen, Spannungsabfall bei langen Kabeln.

Auswahl der Isolation und der Filter

Wählen Sie die zu der Spannung und Baugröße passende Isolation und die entsprechenden Filter aus. Die einzelnen Motorenhersteller haben verschiedene Vorgaben.

Wärmeschutz

Die einzelnen Hersteller verwenden entsprechend der Motor-Zündschutzart unterschiedliche Ansätze, um die Anforderungen der Normen zu erfüllen. Prüfen Sie, ob die Kombination typgeprüft ist und ob in der Zulassung ein Übertemperaturschutz vorgeschrieben ist. Wählen Sie die ATEX-zertifizierten Sicherheitsgeräte entsprechend aus.

Installation

Halten Sie die Installatioinsanweisung des Motorenherstellers ein, insbesondere die am Einsatzort geltenden Kabel- und EMV-Empfehlungen. Konfigurieren Sie den Antrieb gemäß dem Motorleistungsschild und den Angaben auf dem Typenschild des Umrichters. Prüfen Sie, dass die Schaltfrequenz des Antriebs auf den vom Motorenhersteller vorgegebenen Wert begrenzt werden kann. Eine zusätzliche Sicherheit kann eventuell durch Parametrierung der Belastbarkeitskurve erzielt werden.

Kontakt

Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrer ABB-Vertretung oder im Internet:

www.abb.de/drives
www.abb.de/drivespartners
www.abb.de/motors&generators
www.abb.de/maschinenbau

ABB Automation Products GmbH
Drives & Motors
Wallstadter Straße 59
D-68526 Ladenburg
Deutschland
Telefon +49 (0)6203 717 717
Telefax +49 (0)6203 717 600
Supportline 01805 222 580
motors.drives@de.abb.com
www.abb.de/motors&drives

ABB Schweiz AG
Brown Boveri Platz 3
CH-5400 Baden
Schweiz
Telefon +41 (0) 58 588 55 99
Telefax +41 (0) 58 586 06 03
industrieautomation@ch.abb.com
www.abb.ch/industrieautomation

ABB AG
Clemens-Holzmeister-Straße 4
A-1109 Wien
Österreich
Telefon +43 (0)1 60109 0
Telefax +43 (0)1 60109 8305
www.abb.at

© Copyright 2015 ABB. Alle Rechte vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.

3AUA0000189563 REV D DE 14.12.2015

Power and productivity
for a better world™