Motoren und Frequenzumrichter in explosionsgefährdeten Bereichen

Was Sie wissen sollten



Übersicht

Ein explosionsgefährdeter Bereich ist als Ort definiert, an dem mit Luft vermischte Gase, Dämpfe, Nebel oder Staub ein entzündliches Gemisch bilden können. An solchen Orten installierte elektrische Betriebsmittel müssen so ausgelegt und geprüft werden, dass es zu keiner Lichtbogen-bildung oder hohen Temperaturen kommt, die als Zündquelle für ein solches Gemisch dienen könnten.

Inhalt

04–05 **Was ist eine explosionsfähige Atmosphäre?**

06–07 **Verständnis der Normen für explosionsgefährdete Bereiche**

08–09 **Wichtigste Normen für explosionsgefährdete Bereiche**

10–11 **Gruppen**

12–13 **Zonen, Kategorien und Einrichtungen**

14–15 **Zündschutzarten von Motoren**

16 **Zertifizierungskennzeichnung**

17–19 **Einfluss von Frequenzumrichtern auf Motoren**

20–21 **ATEX-zertifizierte Sicherheitsfunktionen**

22–23 **Auswahl von Motoren und Frequenzumrichtern für explosionsgefährdete Bereiche**



—
01



—
02



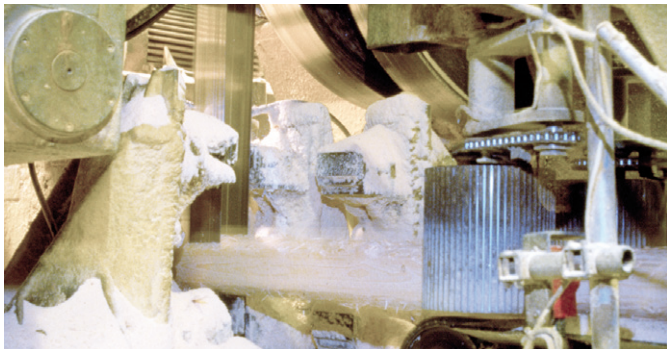
—
03



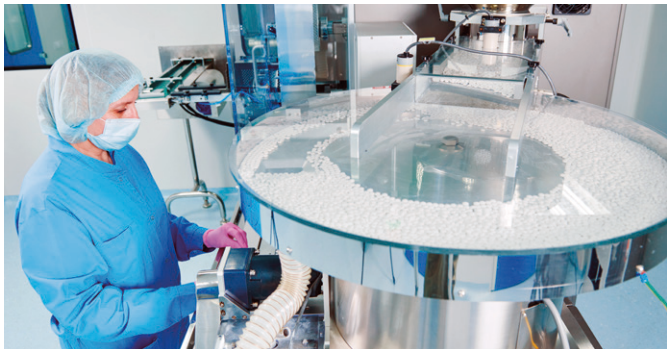
—
04



—
05



—
06



—
07



—
08



—
09



—
10

Was ist eine explosionsfähige Atmosphäre?

Eine explosionsfähige Atmosphäre kann auftreten, wenn entzündliche Gase, Nebel, Dämpfe oder Staub sich mit Luft vermischen. Daraus entsteht ein Explosionsrisiko.

—
01 Öl und Gas
—
02 Chemische Industrie
—
03 Bergbau
—
04 Wasseraufbereitung
—
05 Nahrungs- und Genussmittel
—
06 Sägewerke
—
07 Pharmaindustrie
—
08 Textilindustrie
—
09 Marine/Offshore
—
10 Energieerzeugung

Der Bereich, in dem diese Möglichkeit besteht, wird als **explosionsgefährdeter Bereich bezeichnet**. Solche Bereiche finden sich überall in der Industrie wie z. B. in den Branchen Chemie, Pharmazie, Lebensmittelverarbeitung, Energieerzeugung und Holzverarbeitung. Diese Bereiche werden auch als ”explosionsgefährdete Bereiche” oder ”explosionsgefährdete Orte” bezeichnet.

Die Anzahl der Substanzen, die bei einer Vermischung mit Luft entzündlich sind, ist sehr groß. In der Industrie gibt es viele Bereiche, in denen während des Verarbeitungsprozesses eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann. Einige davon sind gar nicht so offensichtlich. Sägewerke beispielsweise stellen an sich keinen explosionsgefährdeten Bereich dar, wenn sich allerdings das Sägemehl in großen Mengen ansammelt, kann ein solcher Bereich entstehen.



Verständnis der Normen für explosionsgefährdete Bereiche

Weltweit gibt es zahlreiche Vorschriften und Zulassungssysteme mit unterschiedlichen Anforderungen. Die technischen Anforderungen in diesen Vorschriften werden immer stärker mit den globalen IEC-Normen harmonisiert.

IECEx
Das IECEx System (www.iecex.com) der International Electrotechnical Commission ist ein freiwilliges Zertifizierungssystem, das die Einhaltung der sich auf die Sicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen beziehenden IEC-Normen überprüft. IECEx umfasst vier Hauptbereiche:

- Zertifizierung der Service-Einrichtungen
- IECEx-Zulassung der Einrichtung
- Ex-Konformitätskennzeichnung
- Zertifizierung der Fachkenntnisse des Personals

IECEx-Konformitätskennzeichnungssystem
Damit eine Einrichtung das „Ex"-Konformitätkennzeichen gemäß IECEx erhält, muss eine Konformitätsbescheinigung vorliegen.
Diese erfordert:

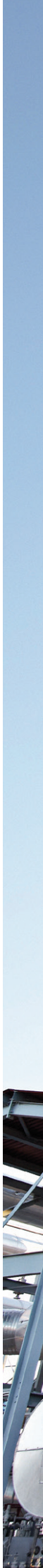
- einen angenommenen IECEx-Qualitätsbewertungsbericht (QAR)
- ein gültiges IECEx-Prüfprotokoll über die Typprüfung (ExTR)

Produkte mit dem IECEx-Konformitätszeichen verfügen über die IECEx-Konformitätserklärung, die bestätigt, dass das Produkt über einen entsprechenden Schutz zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen verfügt und dass es im Rahmen eines Systems hergestellt wurde, das einer ständigen Überwachung durch die Zertifizierungsbehörden unterliegt. Das Kennzeichen zeigt auch an, dass das Produkt ohne zusätzliche Prüfung auf den Markt gebracht werden darf. Eine Ausnahme bildet die Motorzündschutzart erhöhte Sicherheit (Ex e). Hier muss der Motor immer zusammen mit dem Frequenzumrichter geprüft werden.

Europäische Richtlinien
Die allgemein als ATEX bezeichneten (von der französischen Bezeichnung „ATmosphères EXplosibles" abgeleitet) europäischen Vorschriften sind eine Kombination aus zwei EU-Richtlinien: der Arbeitsplatzrichtlinie (1999/92/EG) und der Produktrichtlinie (2014/34/ EU). Die EU-Richtlinien unterscheiden sich in gewissem Rahmen von IECEx und sie beinhalten nicht die Zertifizierung der Service-Einrichtungen oder der Fachkenntnisse des Personals. Die Einhaltung der in den Richtlinien beschriebenen „grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen" ist innerhalb EU verbindlich. Die Konformität lässt sich am einfachsten durch Einhaltung der harmonisierten Normen belegen.

Schutzvorrichtungen
Die IEC 60079 Normen verlangen häufig Schutzvorrichtungen für einen sicheren Betrieb der Ex-Geräte. Schutzvorrichtungen können sich innerhalb oder außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen befinden. Ein typisches Beispiel für eine solche Schutzvorrichtung ist der Oberflächentemperaturschutz von Motoren, die durch Frequenzumrichter (Antrieb mit Drehzahlregelung) geregelt werden. Diese Art der Schutzvorrichtung ist eine Alternative zu der zertifizierten und geprüften Kombination aus Motor und Frequenzumrichter.

Schutzvorrichtungen für Ex-Einrichtungen und -Geräte fallen unter die ATEX- Vorschriften: harmonisierte Norm EN 50495:2010. IECEx hat keine entsprechende Norm für elektrische Sicherheitsvorrichtungen für Ex-Einrichtungen, und deshalb kann die Zertifizierung nur gemäß ATEX erfolgen. Eine neue IEC-Publikation (IEC TS 60079-42) bietet jedoch eine Anleitung zu Schutzvorrichtungen im Rahmen von IECEx. Außerdem sollten auch immer die vor Ort geltenden Vorschriften geprüft werden.



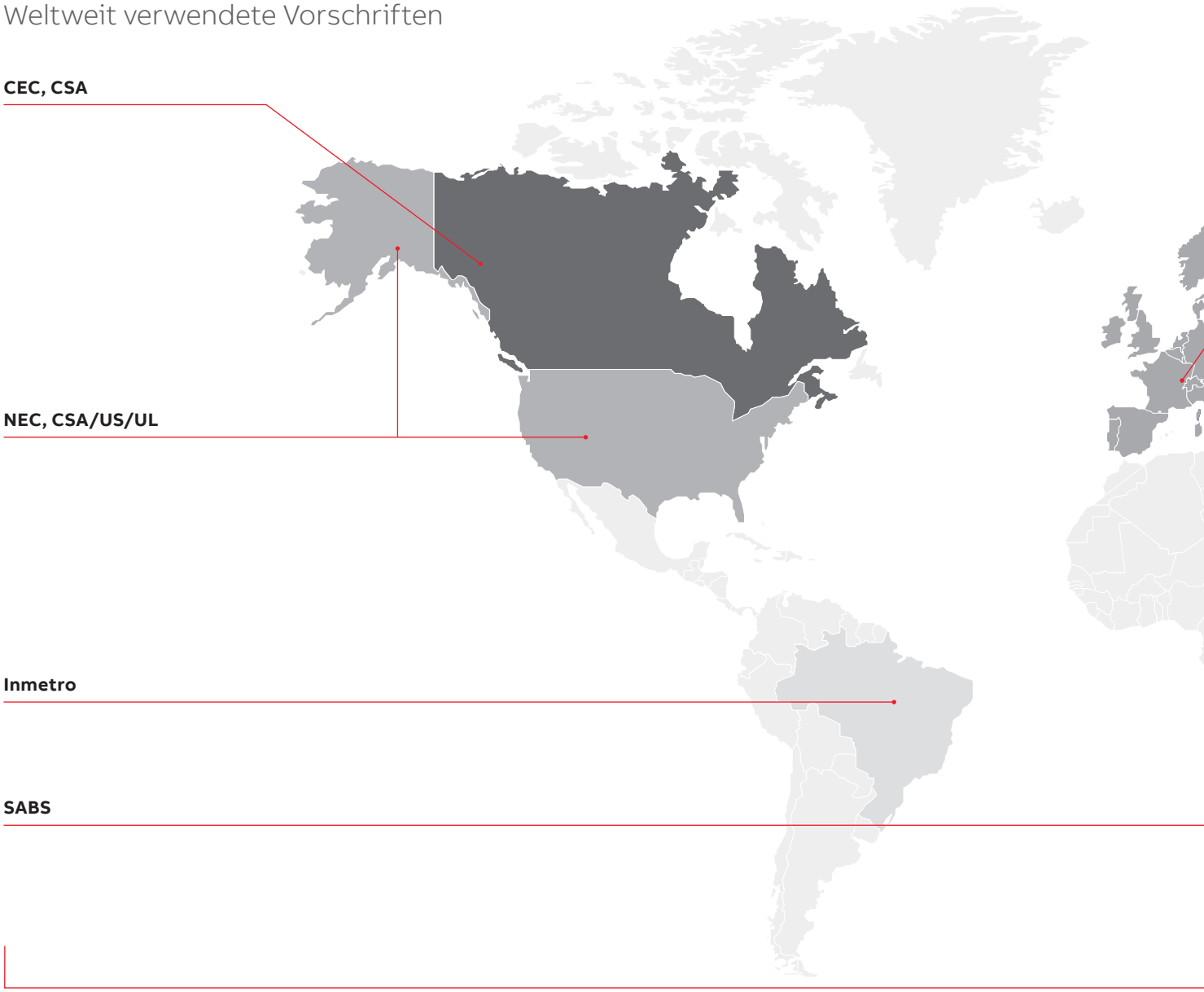

-E-07
-E-04

Wichtigste Normen für explosionsgefährdete Bereiche

IEC- und EN-Normen

- IEC 60050-426: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche
- 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 60079-10: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche
- IEC 60079-10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche
- IEC 60079-10-2: Einteilung der Bereiche – Staubexplosionsgefährdete Bereiche
- IEC/EN 60079-14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
- IEC/EN 60079-15: Geräteschutz durch Zündschutzart ”n” (nicht mehr auf drehende Maschinen anwendbar)
- IEC/EN 60079-17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen
- IEC/EN 60079-19: Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung
- IEC/EN 60079-31: Geräte-Staubexplosionsschutz durch Gehäuse ”t”

Weltweit verwendete Vorschriften



ATEX-Richtlinien

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

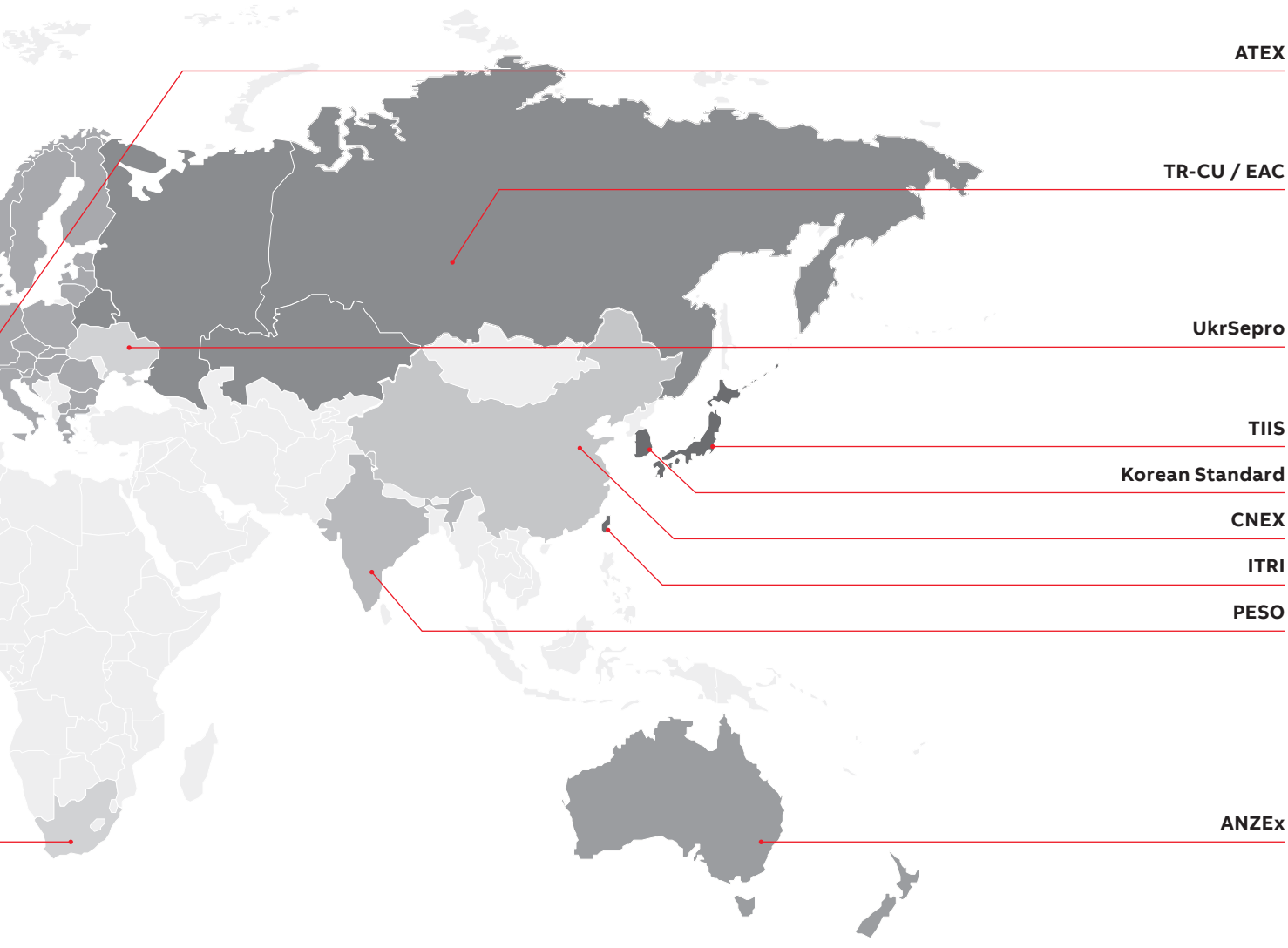
Produktrichtlinie (2014/34/EU) legt die Anforderungen an Einrichtungen fest, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Außerdem legt sie die Anforderungen an Schutzsysteme fest, die zum Anlagenschutz erforderlich sind.

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 für die endgültige Zulassung der Anlage (z. B. in Russland, Brasilien, Australien oder Japan) erforderlich, die sich jedoch im Allgemeinen auf die nachfolgend genannten Hauptnormen beziehen.

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



Gruppen

Gruppen
International definiert die IEC 60079-0 und in Europa die EN 60079-0 drei Gruppen für explosionsgefährdete Bereiche: Gruppe I umfasst den Untertagebau oder durch Grubengas gefährdete Bergwerke. Gruppe II bezieht sich auf Anlagen übertage, bei denen Gas auftritt, und Gruppe III auf Übertage-Anlagen mit auftretendem Staub. Die ATEX Produktrichtlinie definiert nur zwei Gruppen: Gruppe I für den Untertagebau oder durch Grubengas und/oder entzündbaren 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, die die Wahrscheinlichkeit und Schwere einer Explosion beeinflussen. Hierzu gehören die Zündtemperatur, die Mindestzündenergie, die obere und untere Entflammbarkeitsgrenze 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 gruppiert.

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

—
Klassifikation von Gasen

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

—
Gasuntergruppen

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

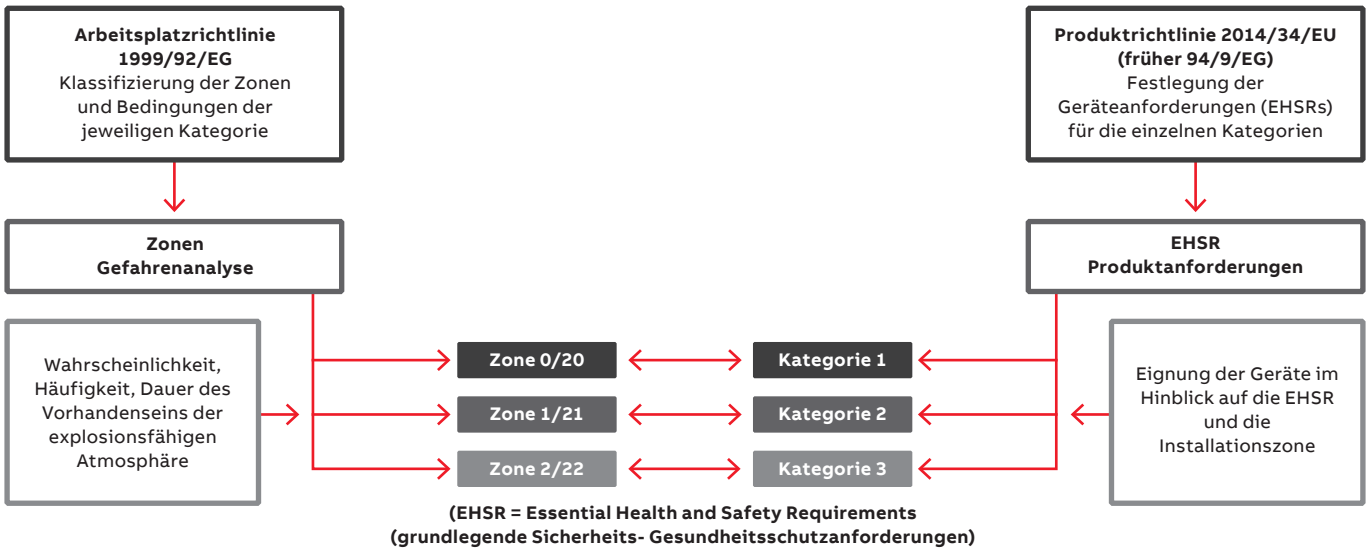
Staubklassifikation

		TCL (Wolke) °C)	T5mm (Schicht) °C)	Oberflächentemp. bei einer Staubschicht unter 5 mm
Lebensmittel-/Futtermittelindustrie	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
	Synthesekautschuk	470	220	145
	Schwefel	240	250	160

Staubuntergruppen

IIIA	Entzündliche Flusen
IIIB	Nicht leitfähige Stäube
IIIC	Leitfähige Stäube

Beziehungen zwischen den ATEX-Richtlinien



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

Der Hersteller ist für die Produktsicherheit und der Lieferung der Montage- und Wartungsanweisungen verantwortlich. Die Produktrichtlinie unterstützt den Hersteller bei der Produktklassifikation und der Zertifizierung des Produkts und der Produktion.

Der Endnutzer muss dafür sorgen, dass das Produkt auf eine solche Weise installiert, gewartet und betrieben wird, dass davon keine Explosionsgefahr ausgeht. Die Arbeitsplatzrichtlinie leitet den Endnutzer an, zertifizierte Produkte zu verwenden und eine Gefahrenanalyse, Sicherheitsanweisungen und Schulungsunterlagen zu erstellen sowie Verfahrensregeln für Betrieb und Wartung festzulegen.

Zonen, Kategorien und Einrichtungen

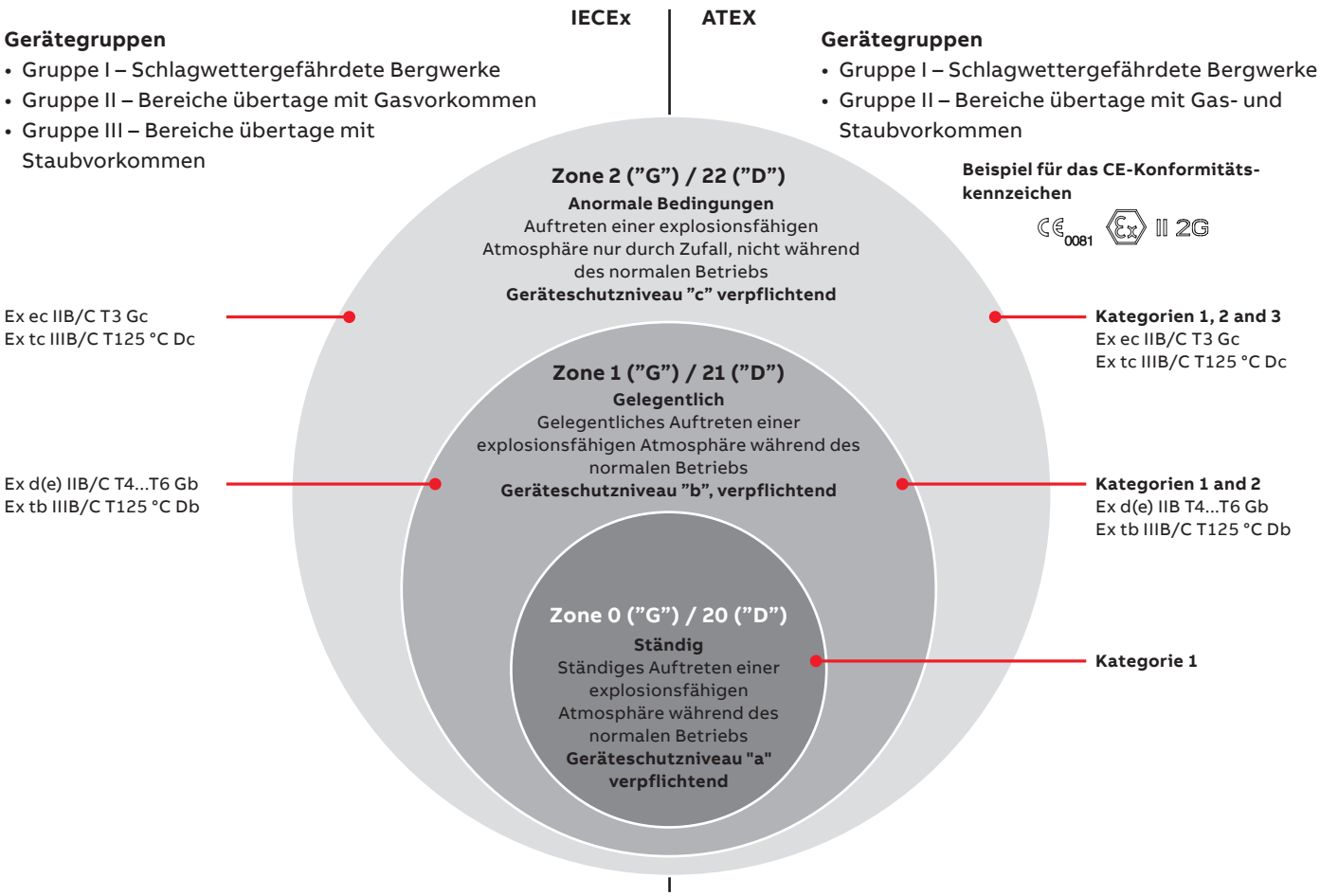
Zonen
In der Industrie müssen alle explosionsgefährdeten Bereiche eine Bereichsklassifikation, **Zonen** genannt, erhalten.

Das Zonensystem wird weltweit verwendet und wird heute auch als alternatives System in Nordamerika akzeptiert. Normalerweise legen die Behörden den 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 Produkte ausgewählt und dort installiert werden können.

Weltweit wird das Zonensystem zur Klassifikation explosionsgefährdeter Bereiche verwendet. Die Arbeitsplatzrichtlinie und die internationalen Normen IEC 60079-10-x und 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 sechs Zonen:
- Die Zonen 0 (für Gas) und 20 (für Staub), in denen dauerhaft eine explosionsfähige Atmosphäre herrscht.
- Die Zonen 1 (für Gas) und 21 (für Staub), in denen gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre auftritt.
- Die Zonen 2 (für Gas) und 22 (für Staub), in denen eine explosionsfähige Atmosphäre nur durch Zufall, nicht jedoch während des normalen Betriebs, auftritt.

Gerätegruppen und Zonen gemäß IECEx und ATEX



Gerätekategorien
Gerätekategorien werden in der ATEX-Richtlinie verwendet. Die Kategorie gibt an, welche Sicherheitsstufe in der jeweiligen Zone anzuwenden ist. In Zone 0/20 müssen Geräte der Kategorie 1 verwendet werden; in Zone 1/21 Geräte der Kategorie 2 und in Zone 2/22, Geräte der Kategorie 3.

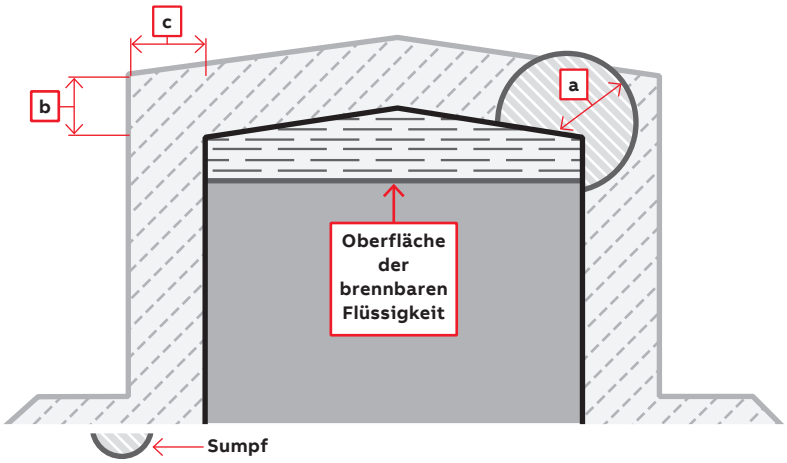
Die Zuordnung zu den Kategorien ist von besonderer Bedeutung, denn sämtliche durch den Endnutzer ausgeführten Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten sind von der Kategorie des Produkts/des Geräts und nicht von der Zone, in der es installiert ist, abhängig.

Geräteschutzklassen (EPL)
Die neuesten Versionen der IEC- und EN-Normen beinhalten das Konzept des "Geräteschutzniveaus" (EPL), welches die Produkte nach der Zündgefahr, die von ihnen ausgehen kann, einteilen. EPL berücksichtigt auch die möglichen Folgen einer Explosion. Für Zone 0/20 wäre das verpflichtende Geräteschutzniveau ”a”, für Zone 1/21 wäre es ”b” und für Zone 2/22 ”c”.

—
Auswahl des Motortyps nach Zone und Kategorie/EPL

Norm IEC 60079-0 EN 60079-0			Zone gemäß IEC 60079-10-x EN 60079-10-x	ATEX-Richtlinie 2014/34/EU (zuvor 94/9/EG)		Wichtigste Motorschutzarten
Gruppe	**EPL**	**Schutzart**	**Zonen**	**Gerätegruppe**	**Gerätekategorie**	
I (Bergwerke)	Ma	Sehr hoch	Die Zonenklassifikation wird bei Bergwerken nicht angewandt.	**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 eb
	Gc	Erhöht	2		3G	Ex ec
III (Staub)	Da	Sehr hoch	20		1D	Keine Elektromotoren zulässig
	Db	Hoch	21		2D	Ex tb IP 65
	Dc	Erhöht	22		3D	Ex tc, IP 65/IP 55

Ein Beispiel für die Festlegung von Zonen: Lagertank



Zone 0
Zone 1
Zone 2

Die Zonenabstände werden auf Basis der Risikobewertung festgelegt.

a = Entfernung von einer Belüftungsöffnung
b = Abstand zum Dach
c = horizontaler Abstand zu einem Tank

Motorzündschutzarten

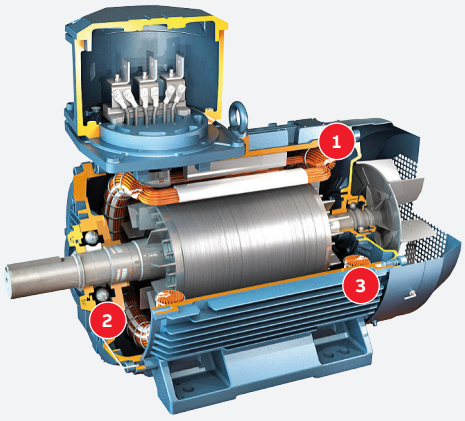
In explosionsgefährdeten Bereichen werden Motoren direkt an die Maschinen angeschlossen. Diese Bereiche haben eine Zonenklassifikation, und die Zone legt die Mindestsicherheitsstufe (Kategorie) fest, die die Motoren erfüllen müssen. Die Kategorie legt die zulässigen Motorzündschutzarten fest.

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 geprüft.
- Oder es wird der direkte Temperaturschutz mit integrierten Temperaturfühlern und einer ausreichenden Marge zum Schutz der Lager oder des Rotors verwendet. Das Ansprechen der Schutzgeräte muss zu einer Abschaltung des Motors führen.



1 Stöße mit langen Zapfen verhindern ein Ausbreiten der Flammen nach außen

2 Flammpfade zwischen Welle und innerem Lagerschild

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

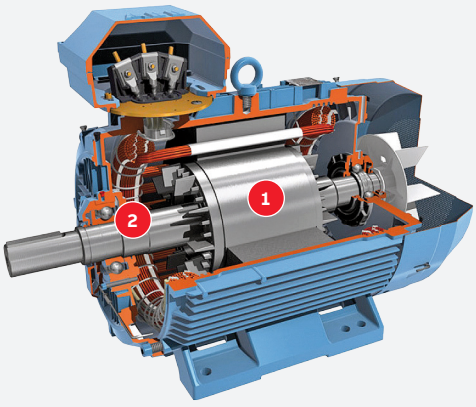
Bei der Ex-Temperaturklasse muss nur die Oberflächentemperatur berücksichtigt werden.

Erhöhte Sicherheit “ec” (früher ”Non-sparking Ex nA”)

Zündschutzart Ex ec

Anforderungen der Zündschutzart Ex ec bei Verwendung mit einem Frequenzumrichter

- Der Motor wird mit dem Frequenzumrichter geprüft.
- Oder die Temperaturklasse des Motors wird durch Berechnung ermittelt.
- Oder es wird die direkte Temperaturmessung mit integrierten Temperaturfühlern verwendet. Das Ansprechen des Schutzgerätes muss den Motor abschalten.



1 Keine heißen Flächen unter Nennbedingungen

2 Kein Funkenschlag während des normalen Betriebs oder des Anlaufs

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

Motoren können auch nach Geräteschutzniveau (EPL) gemäß den IEC/EN-Normen klassifiziert werden. Das Geräteschutzniveau steht für das technische Zündrisiko des 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.

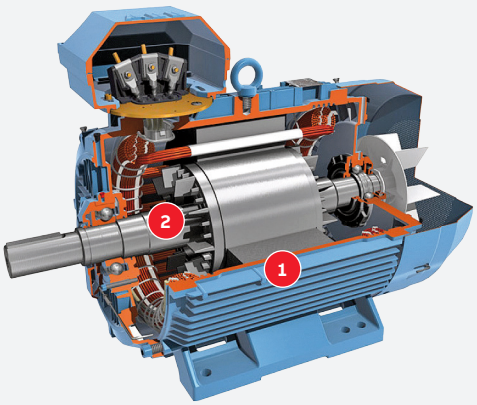
Die Einteilung in Kategorien ist von besonderer Bedeutung, denn sämtliche durch den Endnutzer ausgeführten Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten sind von der Kategorie des Produkts/Geräts und nicht von der Zone, in der es installiert ist, abhängig.

Nachfolgend sind einige Beispiele für Zündschutzarten von Ex-Motoren und die in der IEC/EN-Norm genannten Verfahren zur Sicherstellung des sicheren Betriebs aufgeführt, wenn der Motor über einen Frequenzumrichter eingespeist wird.

Staubexplosionsgeschützt
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 es wird der direkte Temperaturschutz mit integrierten Temperaturfühlern und einer ausreichenden Marge zum Schutz der Lager oder des Rotors verwendet. Das Ansprechen des Schutzgerätes muss den Motor abschalten.



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

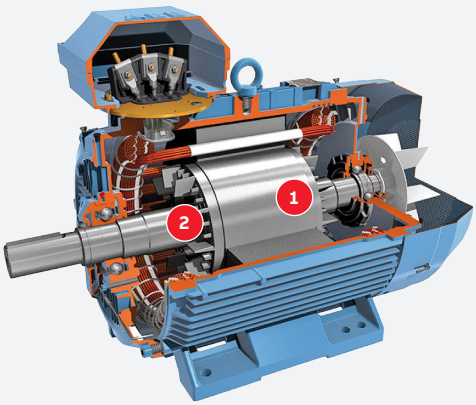
2 Schutzart hoch genug, um sicherzustellen, dass kein Staub in den Motor eindringen kann

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

Erhöhte Sicherheit ”eb”
Zündschutzart Ex eb

Anforderungen der Zündschutzart Ex eb 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.



1 Keine heißen Flächen während des Betriebs, Anlaufs oder bei festgebremstem Rotor

2 Kein Funkenschlag während des normalen Betriebs oder des Anlaufs

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

Zertifizierungszeichen



Beispiel eines Motors mit druckfester Kapselung gemäß IECEx und ATEX

Kennzeichnung des Geräteschutzniveaus gemäß IEC- und EN-Normen

Ex db IIC T4 Gb

Zündschutzart Ex d
(druckfeste Kapselung)
mit Geräteschutzniveau b

Gerätegruppe II (Gas)
und Untergruppe C (z. B. Wasserstoff)

Temperaturklasse T4 = max. zulässig 135 °C

Geräteschutzniveau = Niveau b für Gas

Entsprechende Kennzeichnung gemäß ATEX-Richtlinie

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

CE-Kennzeichen

Kennzeichen der für die Zulassung Benannten Stelle

Kennzeichen der Europäischen Kommission für Ex-Produkte

Gerätegruppe:
II für Industrien übertage

Gerätekategorie:
2G für Gasumgebungen, die ein hohes Schutzniveau erfordern

Die Wirkung von Frequenzumrichtern auf Motoren

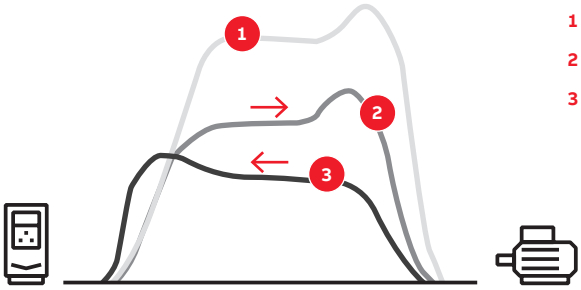
Frequenzumrichter stellen sicher, dass Motoren den Prozessanforderungen entsprechend laufen, Energie sparen und die Prozessleistung verbessern. Gleichzeitig sind bei der Verwendung von Frequenzumrichtern zusätzliche Aspekte für den Motorschutz zu beachten wie:

- Hohe Spannungsimpulse können die Wicklungsisolierung des Stators belasten und eventuell einen Funkenschlag verursachen.
- Ein steiler Anstieg der Spannung kann auch zu Spannungsreflektionen führen, die zu einer Erhöhung der Spannung an den Motoranschlüssen um das 2,5-Fache der Nennspannung führen können.
- Gleichtaktspannungen und -ströme können zu Funkenschlag in den Motorlagern und schließlich zu einer Beschädigung der Lagerisolation führen.
- Die Oberflächentemperatur des Motors kann aufgrund einer schwächeren Selbstkühlung des Motors ansteigen, wenn ein Motor mit einem auf der Welle montierten Lüfter mit geringer Drehzahl läuft (Selbstkühlung).
- Bei Überlast kann die Oberflächentemperatur des Motors stark ansteigen, wenn dies bei der Dimensionierung nicht berücksichtigt wurde und die Belastbarkeitskurven überschritten werden.

Überspannungsschutz
Aufgrund der hohen Schaltfrequenz des Frequenzumrichters und den Reflexionen in den Kabeln sind die Motorwicklungen bei der Spannungsversorgung des Motors über einen Frequenzumrichter einer höheren Spannungsbelastung ausgesetzt als bei Verwendung einer sinusförmigen Versorgungsspannung. Dadurch kann die Spannung auf das 2,5-Fache der Motornennspannung ansteigen. Das belastet die Wicklungsisolierung des Motors und kann diese zerstören, so dass es zu Funkenschlag kommen kann. ABB empfiehlt folgende Maßnahmen:

- Zwischen 500 V und 600 V benötigt der Motor eine verstärkte Wicklungsisolierung oder der Frequenzumrichter muss mit einem dU/dt-Filter ausgestattet sein.
- Über 600 V benötigt der Motor eine verstärkte Wicklungsisolierung und der Frequenzumrichter muss mit einem du/dt-Filter ausgestattet sein.
- 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 Wicklungsisolierung versehen sein.

—
Typische akkumulierte Spannung.



1 Gesamte, akkumulierte Spannung
2 Ursprünglicher Spannungsimpuls
3 Reflektierter Spannungsimpuls

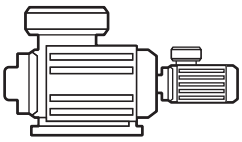
Schutz vor Lagerströmen
Der Frequenzumrichter kann Gleichtaktspannungen verursachen, die Spannungen in den Motorlagern induzieren und so zu einem Stromfluss durch die Motorlager führen. Als Schutz vor Lagerströmen empfiehlt ABB:

- Motoren ab IEC-Baugröße 280 sollten mit isolierten, B-seitigen Lagern ausgestattet sein, um Kreisstrompfade zu unterbrechen.
- Bei Motoren ab IEC-Baugröße 355 mit isolierten B-seitigen Lagern sollte der Frequenzumrichter zusätzlich mit einem Gleichtaktfilter ausgestattet werden.

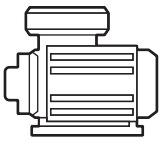
Schutz des Motors vor Überhitzung
Um den Motor vor Überhitzung zu schützen, muss die Motortemperatur unter Kontrolle gehalten werden. Der Zusammenhang zwischen der Motordrehzahl und der Belastbarkeit muss bekannt sein (Belastbarkeitskurven). Für einen sicheren Betrieb muss die Motor-Frequenzumrichter-Kombination korrekt dimensioniert sein, damit die Belastbarkeitskurve eingehalten wird, und die Angaben auf dem Leistungsschild müssen befolgt werden. Als Schutz vor einer Erwärmung des Motors empfiehlt ABB folgende Lösungen:

- Ein separater Lüfter mit Festdrehzahl zur Erhöhung der Kühlleistung und Belastbarkeit bei niedrigen Drehzahlen (Fremdkühlung).
- Direkte Messung der Oberflächentemperatur des Motors und Verwendung dieser Daten für eine kontrollierte Abschaltung des Motors
- Überwachung und Regelung des in den Motor eingespeisten Stroms
- Begrenzung der Motorlast, um Überlasten, die zu einer Erwärmung des Motors führen, zu verhindern.

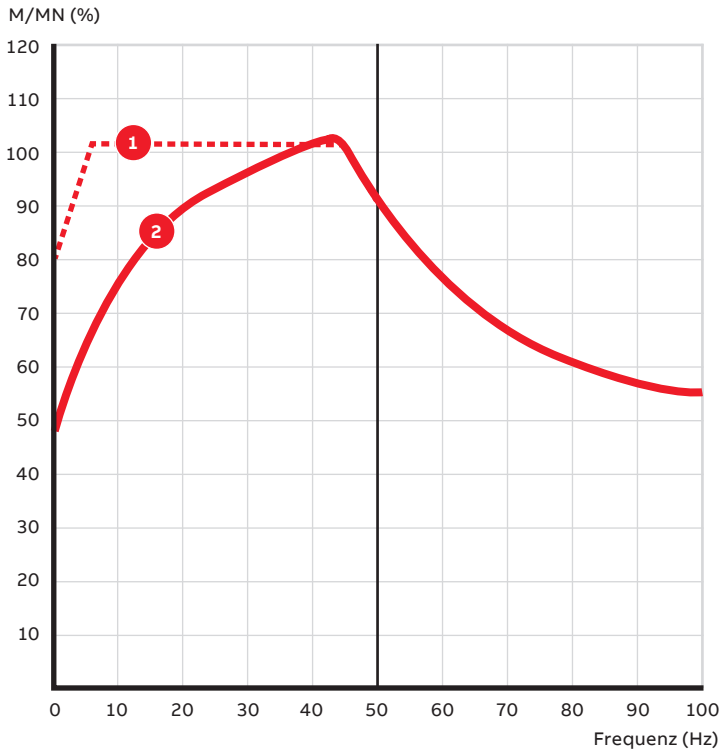
Typische Motorbelastbarkeitskurven



1 Motoren mit Fremdkühlung

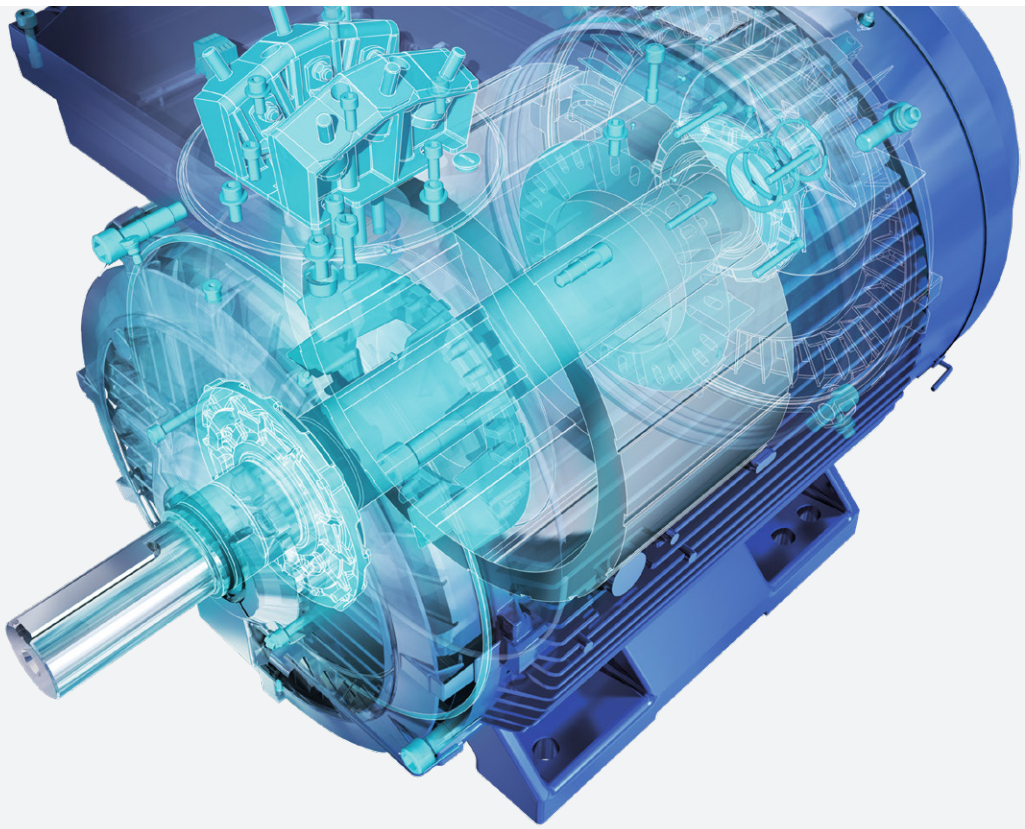


2 Motoren mit Selbstkühlung



—
Tabelle zur Auswahl der Motorisolierung und der Frequenzumrichterfilter von ABB

Einspeisespannung	Baugröße	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-Spezialisolation (Variantencode 405)	Standardlager	Kein Filter erforderlich
	IEC 280–315	ABB-Standardisolation	Isoliertes B-seitiges Lager	dU/dt-Filter
		ABB-Spezialisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	Kein Filter erforderlich
	IEC 355–450	ABB-Standardisolation	Isoliertes B-seitiges Lager	dU/dt-Filter, Gleichtaktfilter
		ABB-Spezialisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	Gleichtaktfilter
≤690 V	≤IEC 250	ABB-Spezialisolation (Variantencode 405)	Standardlager	dU/dt-Filter
	IEC 280–315	ABB-Spezialisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	dU/dt-Filter
	IEC 355–450	ABB-Spezialisolation (Variantencode 405)	Isoliertes B-seitiges Lager	dU/dt-Filter, Gleichtaktfilter
600–690 V mit Kabellängen über 150 m	≤IEC 250	ABB-Spezialisolation	Standardlager	Kein Filter erforderlich
	IEC 280–315	ABB-Spezialisolation	Isoliertes Lager	Kein Filter erforderlich
	IEC 355–450	ABB-Spezialisolation	Isoliertes Lager	Gleichtaktfilter



—
01



ATEX-zertifizierte Sicherheitsfunktionen In den Frequenzumrichter integriert

Zweck der Sicherheitsfunktionen ist es, den Motor vom Netz zu trennen.

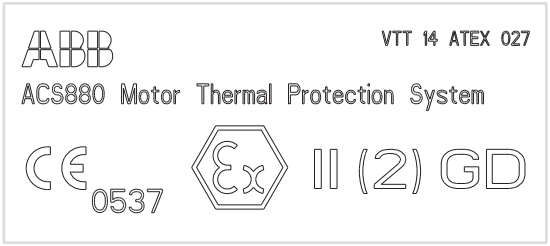
—
01 ACS880 Industrial Drives.

Viele Antriebe mit Drehzahlregelung verfügen über eingebaute Sicherheitsfunktionen für explosionsgefährdete Bereiche (z. B. die Funktion Sichere Motortemperatur (SMT), wie in der EN/IEC 61800-5-2 definiert). Antriebe mit integrierten Sicherheitsfunktionen zum Schutz von Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen sind gemäß ATEX als Schutzvorrichtungen zertifiziert. Zu den Sicherheitsfunktionen für explosionsgefährdete Bereiche gehören Schnittstellen zu PTC/Pt100-Temperaturfühlern für den Übertemperaturschutz von Motoren. In vielen Fällen ist die Integration der Schutzvorrichtung in einen Frequenzumrichter die einfachste Möglichkeit, denn die Montage externer Geräte kann schwierig sein. Die Schutzvorrichtungen können mit einem Kaltleiter-Schutzmodul im Frequenzumrichter realisiert werden, das den Motor vor dem Überhitzen schützt und vor einer möglichen Explosion in einer ATEX-Umgebung vom Netz trennt.

Die Kaltleiterschaltung des Motors ist direkt an das Modul angeschlossen.

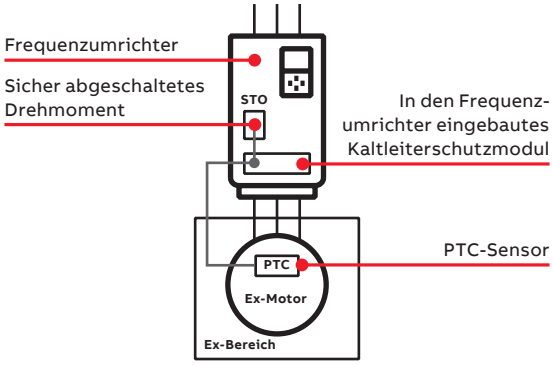
Gemäß ATEX müssen Schutzvorrichtungen zertifiziert und ähnlich wie Motoren gekennzeichnet sein. Das Kennzeichen eines Schutzgeräts befindet sich an dem Frequenzumrichter, in den es eingebaut ist. Das ATEX-Kennzeichen des Schutzgeräts bezieht sich nur auf die Schutzfunktion, die in den betreffenden Frequenzumrichter integriert ist. Das Kennzeichen zeigt nicht an, dass der Frequenzumrichter zusammen mit einem Motor geprüft und zertifiziert wurde. Die Schutzvorrichtungen, genau wie die Frequenzumrichter, in die sie eingebaut sind, haben üblicherweise kein Ex-Schutzgehäuse. Deshalb dürfen sie nur außerhalb explosionsgefährdeter Bereiche montiert werden. In der ATEX-Konformitätskennzeichnung ist deshalb die Nummer der Gerätekategorie z. B. (2) in Klammern gesetzt.

Beispiel für eine Schutzgerätekennzeichnung



—
Die Klammern geben an, dass eine Sicherheitsvorrichtung zum Schutz von Geräten der Kategorie 2 und 3 verwendet werden kann, die Sicherheitsvorrichtung selbst und der Frequenzumrichter jedoch, in den sie integriert ist, müssen in einem sicheren Bereich installiert sein.

Beispiel eines integrierten Kaltleiterschutzes



Auswahl von Motoren und Frequenzumrichtern für explosionsgefährdete Bereiche

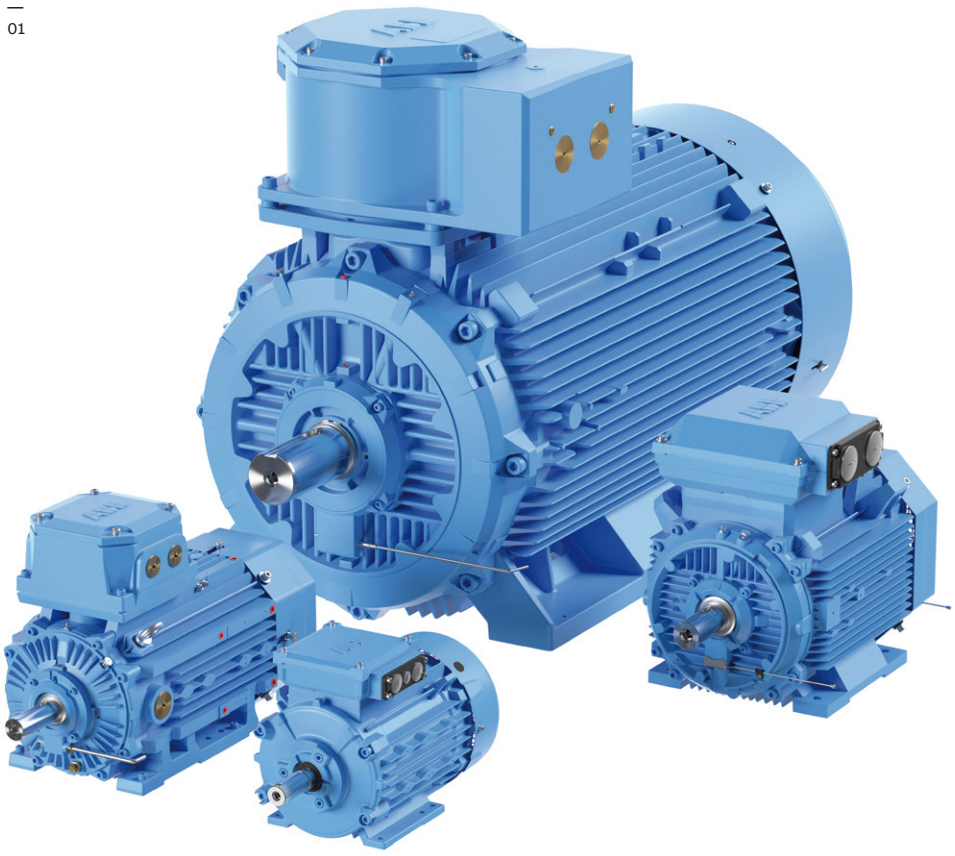
Bei der Auswahl von Motoren und Frequenzumrichtern für explosionsgefährdete Bereiche müssen die Anweisungen und Empfehlungen des Motorenherstellers befolgt werden

Da nur der Motor in einem explosionsgefährdeten Bereich installiert werden darf und sich der Frequenzumrichter 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.

Anforderungen

Die Auswahl einer Kombination aus Motor und Frequenzumrichter beginnt mit der Zusammenstellung der Kundenanforderungen im Hinblick auf die Umgebungsbedingungen, die Netzspannung und -frequenz, den Drehzahlbereich der Motorwelle, die Motorabtriebslast, den Lasttyp und die geforderte Überlast und den Wirkungsgrad. Außerdem müssen die Zone, Gas-/Staubgruppe, Temperaturklasse und Zündschutzart festgelegt werden. Als Erstes wird der Motor ausgewählt.

—
01



—
01 Druckfest gekapselte Niederspannungsmotoren

Auswahl eines Motors und Frequenzumrichters entsprechend den Anforderungen
Prüfen Sie die Verfügbarkeit des Motors und des Frequenzumrichters, die Zulassung des Motors, ob die Zulassung auch für den Frequenzumrichterbetrieb gilt und unter welchen Bedingungen.

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 über Ex-Parameter reduziert den verfügbaren Strom und sollte bei den Berechnungen berücksichtigt werden.

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

ABB-Frequenzumrichter können auch anhand der Motorbelastbarkeitskurven dimensioniert werden. Die Belastbarkeitskurven geben das maximal zulässige Drehmoment an der Welle des Motors in Abhängigkeit der Motorfrequenz an. Das Motor-Drehmoment wird als Prozentsatz des Motornennmoments angegeben. Die Belastbarkeitskurven basieren auf der Netznennspannung.

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

Die Belastbarkeitskurven werden abhängig vom Typ des ABB-Frequenzumrichters für eine bestimmte Schaltfrequenz berechnet. Da sich die Schaltfrequenz bei den verschiedenen Frequenzumrichtern und Lasttypen unterscheidet, muss zur Sicherstellung eines gefahrlosen Betriebs – besonders bei Frequenzumrichtern anderer Hersteller – die Kombination aus Motor und Frequenzumrichter 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 Antriebs gesteuert wird und das 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 in 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 Anweisungen.

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 Sicherheitseinrichtungen entsprechend aus.

Installation
Halten Sie die Einbauanweisung des Motorenherstellers, insbesondere die am Einsatzort geltenden Kabel- und EMV-Empfehlungen, ein. Konfigurieren Sie den Frequenzumrichter entsprechend den Angaben auf dem Leistungsschild des Motors und des Frequenzumrichters. Prüfen, Sie dass die Schaltfrequenz des Antriebs auf den vom Motorenhersteller vorgegebenen Wert begrenzt werden kann. Eine zusätzliche Sicherheit kann durch Einstellung der Belastbarkeitskurve im Frequenzumrichter, falls vorhanden, erzielt werden.

—

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

https://new.abb.com/drives/de
https://new.abb.com/motors-generators/de



© Copyright 2019 ABB. Alle Rechte vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.

3AUA0000189563 REV D DE 11.2019