

Explosionsschutz bei nicht-elektrischen Geräten

H. Greiner, Aichwald

Für das „Inverkehrbringen“ von Geräten und Schutzsystemen zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen gilt die EU-Richtlinie „ATEX 95“ [1] seit dem 23.03.1994 wahlweise und seit dem 01.07.2003 ausschließlich. Der Beitrag zeigt auf, wo die Elektrofachkraft mit explosionsschutzten, nicht-elektrischen Geräten in Berührung kommen kann und welche Mindestanforderungen sie dabei beachten sollte.

1 Gründe für den Ex-Schutz von nicht-elektrischen Geräten

Bei der Explosionsstatistik in staubexplosionsgefährdeten Bereichen überwiegen gemäß Bild 1 die mechanischen bedingten Zündanlässe gegenüber den elektrischen Ursachen weitaus – diese grundsätzliche Aussage kann auch auf Explosionen mit zündfähigen Gasen, Dämpfen oder Nebeln übertragen werden. Es ist daher naheliegend, dass man sich bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) intensiv mit dem Explosionsschutz von nicht-elektrischen Betriebsmitteln befasst, um die allgemeinen Anforderungen der ATEX 95 in Normen zu präzisieren. Die neuen Festlegungen in Normen und Gesetzen haben einen höheren Stellenwert als die früheren Hinweise in den Explosionsschutz-Regeln EX-RL, jetzt BGR 104 [2].

2 Berührungspunkte der Elektrofachkraft mit ATEX

„Als Geräte gelten Maschinen, Betriebsmittel, stationäre oder ortsbewegliche Vorrichtungen, Steuerungs- und Ausrüstungsteile sowie Warn- und Vorbeugungssysteme, die einzeln oder kombiniert zur Erzeugung, Übertragung, Speicherung, Messung, Regelung und Umwandlung von Energien und zur Verarbeitung von Werkstoffen bestimmt sind und die eigene potentielle Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können.“ Nach dieser komplexen Definition in der Richtlinie kann die Elektrofachkraft bei ihrer täglichen Arbeit häufig mit Maschinen oder Anlagenteilen zu tun bekommen, die der ATEX unterliegen. Als konkrete Beispiele seien die festen Kombinationen mit Elektromotoren genannt, wie sie bei Ventilatoren, Rührwerken, Pumpen oder Getriebemotoren häufig vorkommen.

Autor

Obering. Helmut Greiner, Aichwald, war Mitglied in verschiedenen DKE- und IEC-Gremien und ist heute als beratender Ingenieur tätig.

Elektrische Maschinen sind „elektrische Betriebsmittel“, für die nach Bild 2 durch eine „benannte Stelle“ (z. B. PTB, EXAM, TÜV) nach positiver Prüfung eine „EG-Baumusterprüfbescheinigung“ ausgestellt wird, die auch die mechanischen Aspekte wie Erwärmung der Lagerstellen, Festigkeit und Abstände des Belüftungssystems umfasst.

Elektromotoren mit ATEX-Bescheinigung z. B. nach Bild 3 und deren Instandsetzer sind daher von den Normen für nicht-elektrische Betriebsmittel zunächst nicht betroffen. Wenn jedoch der Elektromotor direkt oder über eine Kupplung mit einem mechanischen „Gerät“ verbunden ist, dann kann bei der Wartung oder Instandsetzung in die Maßnahmen für den Explosionsschutz eingegriffen werden. Instandsetzer müssen sich daher mit den Grundlagen für die Bewertung der von mechanischen Geräten ausgehenden Zündgefahren befassen.

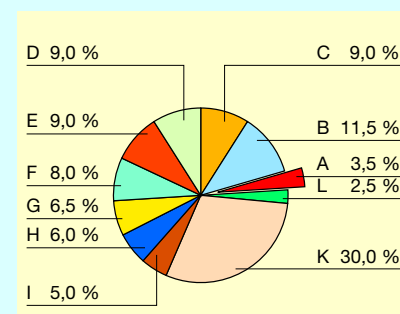
3 Normen

Die derzeit im Entwurfstadium befindliche Normenreihe EN 13463 „Nicht-elektrische Geräte zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen“ sieht die Zündschutzarten gemäß Tafel 1 vor.

4 Zündschutzart „c“ Konstruktive Sicherheit

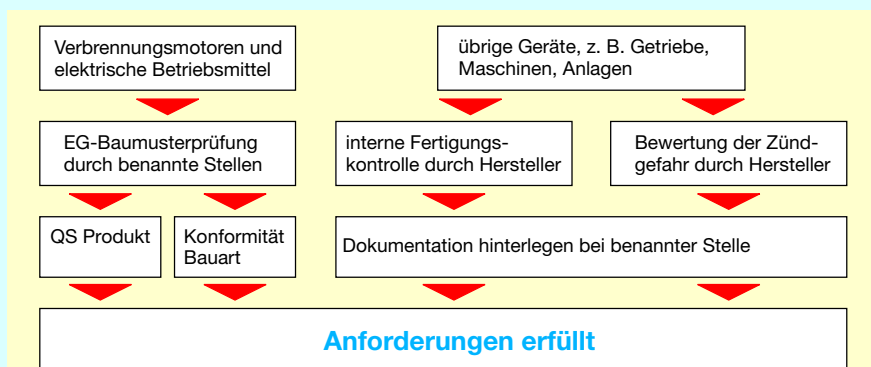
Die WG 2 des CEN TC 305 hat im März 2004 nach mehrjähriger Bearbeitungszeit die Norm EN 13463-5 „Nicht-elektrische Geräte zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen – Schutz durch konstruktive Sicherheit“ fertiggestellt. Diese Norm betrifft auch Antriebs- und Übertragungsmittel; also zum Beispiel das Getriebeteil eines Getriebemotors. Die mechanischen Bauteile des Elektromotors sind durch diese Norm nicht betroffen; der Motor ist nach wie vor ein „elektrisches Betriebsmittel“.

Ein Mitarbeiter in dieser Arbeitsgruppe erläutert [3]: „Die Zündschutzart ‘Konstruktive Sicherheit’ wird für nicht-elektrische Geräte, Maschinen, Einrichtungen und Betriebsmittel mit Sicherheit die größte Bedeutung erlangen.“



1 Anteil verschiedener Zündquellen an Staubexplosionen nach Statistik des Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA), St. Augustin

- A Elektrische Betriebsmittel
- B Unbekannt
- C Glimmnest
- D Statische Elektrizität
- E Reibung
- F Feuer
- G Heiße Oberfläche
- H Selbstentzündung
- I Schweißen
- K Mechanische Funken
- L Sonstige



2 Wege zum Nachweis der Konformität mit ATEX für elektrische Betriebsmittel und andere Geräte (z. B. Getriebe, Pumpen, Ventilatoren)



EG-Baumusterprüfbescheinigung

- (1) Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen - Richtlinie 94/9/EG
- (2) EG-Baumusterprüfbescheinigungsnummer
- (3) PTB 99 ATEX 1105
- (4) Gerät: Drehstrommotoren Typen .../DN.XD05... - .../DN.XD35...
- (5) Hersteller: Danfoss Bauer GmbH
- (6) Anschrift: D- Esslingen
- (7) Die Bauart dieses Gerätes sowie die verschiedenen zulässigen Ausführungen sind in der Anlage zu dieser Baumusterprüfbescheinigung festgelegt.
- (8) Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt bescheinigt als benannte Stelle Nr. 0102 nach Artikel 9 der Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 23. März 1994 (94/9/EG) die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von Geräten und Schutzsystemen zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß Anhang II der Richtlinie.
- Die Ergebnisse der Prüfung sind in dem vertraulichen Prüfbericht PTB Ex 99-19183 festgelegt.
- (9) Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen werden erfüllt durch Übereinstimmung mit
- EN 50014:1997 EN 50018:1994 EN 50019:1994
- (10) Falls das Zeichen „X“ hinter der Bescheinigungsnummer steht, wird auf besondere Bedingungen für die sichere Anwendung des Gerätes in der Anlage zu dieser Bescheinigung hingewiesen.
- (11) Diese EG-Baumusterprüfbescheinigung bezieht sich nur auf Konzeption und Bau des festgelegten Gerätes gemäß Richtlinie 94/9/EG. Weitere Anforderungen dieser Richtlinie gelten für die Herstellung und das Inverkehrbringen dieses Gerätes.
- (12) Die Kennzeichnung des Gerätes muß die folgenden Angaben enthalten:



II 2 G EEx d IIC T3...T6 bzw. EEx de IIC T3...T6

Zertifizierungsstelle Explosionsschutz
Im Auftrag

Braunschweig, 12. August 1999

Dr.-Ing. U. Engel
Regierungsdirektor



③ Beispiel einer „ATEX-Bescheinigung“ für Drehstrommotoren der Zündschutzart „d“ oder „de“ mit Achshöhen 56...355 mm

Tafel 1 Prinzip der Zündschutzarten bei nicht-elektrischen Betriebsmitteln; Normenreihe EN 13463

Teil	Kurzzeichen	Untertitel	Symbol
- 1	–	Grundlagen und Anforderungen	
- 2	fr	Schwadenhemmende Kapselung	
- 3	d	Druckfeste Kapselung	
- 4	i	Eigensicherheit	
- 5	c	Konstruktive Sicherheit	
- 6	b	Zündquellenüberwachung	
- 7	p	Überdruckkapselung	
- 8	k	Flüssigkeitskapselung	

Das Grundkonzept der Zündschutzart besteht in dem Vermeiden von Zündquellen durch Anwendung anerkannter ingenieurtechnischer Prinzipien und Auswahl geeigneter Materialien bei Entwurf, Konstruktion und Bau von Geräten. Teile von Maschinen und Geräten, die ohne besondere konstruktive Maßnahmen unzulässig hohe Temperaturen annehmen können oder Reib- und Schlagfunken erzeugen können, sind so auszuführen, anzuordnen und zu dimensionieren, dass sie auch im Falle anzunehmender Gerätestörungen keine wirklichen Zündquellen darstellen. In ihren Grundgedanken entspricht diese Zündschutzart der 'Erhöhten Sicherheit (Ex e)', EN 50019 im elektrischen Explosionsschutz.

Intention der beteiligten Experten war es, in der Praxis bewährte Konstruktionen in diesem Normentwurf zu beschreiben, ohne den technischen Fortschritt durch detaillierte Festlegungen zu behindern.

Die Zündschutzart 'Konstruktive Sicherheit' ist bei Geräten der Kategorien M2, 2 und 1 anwendbar."

Die Norm enthält Festlegungen für bewegliche Teile, Lager, Übertragungsmittel (Getriebe, Riementriebe, Kettentriebe, hydrostatische und pneumatische Einrichtungen), schaltbare und nichtschaltbare Kupplungen, Bremsen, Federn und Fördergurte.

Hersteller und Anwender von mechanischen Übertragungsmitteln müssen die Umsetzung dieser Norm sorgfältig beachten, da teilweise erhebliche Änderungen gegenüber dem derzeitigen Stand der Anwendung dieser in explosionsgefährdeten Bereichen weit verbreiteten Komponenten notwendig sind.

5 Zündschutzart „k“ Flüssigkeitskapselung

Aus der Definition wird deutlich, dass es bei diesem Schutzprinzip nicht notwendig ist, dass die bewegten Teile vollständig im Öl untertauchen: „Eine Zündschutzart, bei der mögliche Zündquellen unwirksam gemacht werden oder von der entzündbaren Atmosphäre getrennt werden, indem sie entweder vollkommen in eine Schutzflüssigkeit eintauchen oder indem sie teilweise eintauchen und ihre wirksamen Oberflächen dauernd benetzt werden, so dass eine explosionsfähige Atmosphäre über der Flüssigkeit oder außerhalb dem Gehäuse des Gerätes nicht entzündet werden kann.“ In der Einführung zur Norm sind als Beispiel d) ausdrücklich ölgefüllte Getriebegehäuse genannt.

6 Konformitätsbewertung beim mech. Explosionsschutz

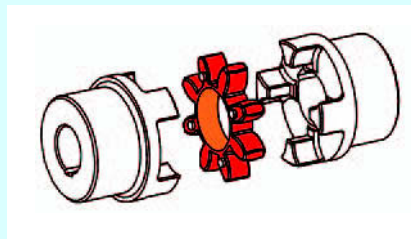
Die von einem nicht-elektrischen Gerät ausgehenden Zündgefahren sind zu bewerten und zu dokumentieren. Je nach Kategorie (Zone)

Tafel 2 Konformitätsbewertung beim mechanischen Explosionsschutz

Kat.	Zone		erstellt durch	hinterlegt bei	Nachweis
	Gas	Staub			
1	0	20	benannte Stelle	benannte Stelle	EG-Baumusterprüfbescheinigung einer benannten Stelle
2	1	21	Hersteller	benannte Stelle	Konformitätserklärung des Herstellers
3	2	22	Hersteller	Hersteller	Konformitätserklärung des Herstellers

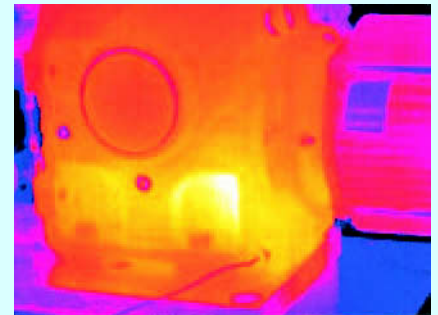
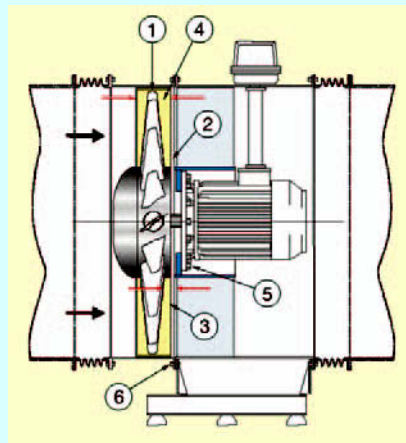
Tafel 3 Kontrollintervalle

Explosionsklasse	IIB	IIC
Erste Kontrolle nach	3000 Betriebsstunden, längstens 6 Monate	2000 h / 3 Monate
Bei Gutbefund weitere jeweils nach	6000 Betriebsstunden, längstens 18 Monate	4000 h / 12 Monate



4 Prinzipbild der KTR ROTEX Kupplung mit den Hauptbauteilen: Metallnaben, Kunststoff-Zahnkranz

Quelle: KTR-Betriebs- und Montageanleitung 40210, www.ktr.de



5 Thermographie eines Schneckengetriebes

Quelle: SEW in [4]

6 Normentwurf CEN TC 305/WG2/SG1 N316 enthält Anforderungen an:

- 1 Spitzen der Ventilator-Blätter
- 2 Abstand in der möglichen Kontaktzone
- 3 Abstand in der möglichen Kontaktzone
- 4 Nicht-funkendes Material in der möglichen Kontaktzone
- 5 Sichere Flanschbefestigung des Motors
- 6 Sichere Gehäusebefestigung

wird dabei der Hersteller und/oder eine benannte Stelle tätig (Tafel 2). Üblicherweise gehören die bei Elektrofachkräften anfallenden Betriebsmittel in die Kategorien 2 und 3, also in die Zonen 1, 21, 2 und 22.

7 Beispiele für mechanische Zündgefahren

Von den in EN 1127 und EN 13463-1 aufgelisteten potentiellen Zündquellen sind in dem hier betrachteten Zusammenhang vor allem zu beachten:

- heiße Oberflächen (z. B. Gehäuse von Getrieben, Pumpen)
- heiße Flüssigkeiten (z. B. Schmieröl)

- mechanisch erzeugte Funken (z. B. Streifen von bewegten Teilen)
- Selbstentzündung von Stäuben (z. B. Staubablagerungen auf erwärmten Oberflächen)
- Entladung statischer Elektrizität (z. B. Kunststoffgehäuse im bewegten Staubstrom).

Einige Beispiele sollen deutlich machen, wo sich die Elektrofachkraft auf kritischem Gebiet bewegt.

7.1 Elastische Kupplung

Die Kupplung nach Bild 4 ist einfach aufgebaut. Sie besteht aus zwei metallischen Naben und einem Zahnkranz aus Kunststoff, um begrenzte Verlagerungen (Fluchtung,

radial und axial) zuzulassen und Drehmomentstöße zu dämpfen. Für die Kupplung wurde von der benannten Stelle IBExU eine Baumusterprüfbescheinigung für Anwendungen II 2G EEx c IIC T4 ausgestellt. Die Bewertung erfolgte also nach den Anforderungen der „konstruktiven Sicherheit c“. Aus der ausführlichen Betriebsanleitung werden hier nur zwei für den Explosionsschutz relevante Anforderungen erwähnt:

In Ex-Bereichen der Explosionsklasse IIC müssen gegenüber der Normalausführung die halben Toleranzwerte für Winkelverlagerung, Radialverlagerung und Axialverschiebung eingehalten werden. Die Kontrollintervalle sind gem. Tafel 3 festgelegt. Die strengen Anforderungen bei Explosionsklasse IIC werden von INBExU damit begründet, dass bei einem Verschleiß des Kunststoff-Zahnkranzes und beim Aufeinandertreffen der Metallteile schon geringere Zündenergien für eine Zündung ausreichend wären.

7.2 Temperatur des Getriebeöls

Die wichtigsten Einflüsse auf die Erwärmung des Getriebeöls sind Leistungsdurchsatz, Eintriebs- und Ausgangsdrehzahl, Aufstellung (waagrecht oder senkrecht) und Ölpegel. Werden diese Parameter ohne Anpassung der Randbedingungen verändert, so kann bei größeren Getrieben und hoher Umgebungstemperatur eine Temperatur im Ölsumpf erreicht werden, die nahe an den bei Temperaturklasse T4 zulässigen Grenzwert von 135 °C herankommt. Bild 5 zeigt die Thermographie eines Schneckengetriebes.

7.3 Anforderungen an Ventilatoren

Für dieses häufig in Ex-Bereichen verwendete „Gerät“ ist bei CEN eine eigene Norm in Vorbereitung. Bild 6 zeigt einige der Anforderungen, die bei einer Instandsetzung oder einem Austausch beachtet werden müssen.

8 Stellenwert der Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung hat eine wichtige Funktion für den Explosionsschutz. Sie wurde in ATEX (Anhang II, Abschnitt 1.0.6) ent-

sprechend aufgewertet. Nachstehend ein Auszug:

„Zu jedem Gerät oder Schutzsystem muss eine Betriebsanleitung vorhanden sein, die folgende Mindestangaben enthält:

- gleiche Angaben wie bei der Kennzeichnung für Geräte oder Schutzsysteme mit Ausnahme der Seriennummer und gegebenenfalls wartungsrelevante Hinweise (z. B. Anschriften des Importeurs oder von Service-Werkstätten usw.);
- Angaben zur oder zum sicheren – Inbetriebnahme, – Verwendung, – Montage und Demontage, – Instandhaltung (Wartung und Störungsbeseitigung), – Installation, – Rüsten;
- Angaben, die zweifelsfrei die Entscheidung ermöglichen, ob die Verwendung eines Geräts (entsprechend seiner ausgewiesenen Kategorie) oder eines Schutzsystems in dem vorgesehenen Bereich unter den zu erwartenden Bedingungen gefahrlos möglich ist;
- elektrische Kenngrößen und Drücke, höchste Oberflächentemperaturen sowie andere Grenzwerte;
- erforderlichenfalls besondere Bedingungen für die Verwendung, einschließlich der Hinweise auf sachwidrige Verwendung, die erfahrungsgemäß vorkommen kann.“

Die Hersteller sind bemüht, diese Anforderungen – nicht zuletzt auch aus haftungsrechtlichen Gründen – in ihren Betriebsanleitungen oder Sicherheitshinweisen umzusetzen. Das Ergebnis sind oft kleine Handbücher, deren Umfang und Größe das „Beifügen“ beim Produkt schwierig macht. Es bedarf einiger organisatorischer Bemühungen, dass die Betriebsanleitung in die Hand des Errichters kommt. Dass sie im Reparaturfall auch dem Instandsetzer zur Kenntnis gebracht wird, erscheint unwahrscheinlich.

Nach den obigen Ausführungen tut die gewissenhafte Elektrofachkraft jedoch gut daran, auf der Übermittlung der Dokumentation zu bestehen, weil sie diese zur Beurteilung der für den Explosionsschutz relevanten Auswirkungen seiner Instandsetzungs- und eventuellen Änderungsarbeiten benötigt.

BAUER geared motors	
Danfoss Bauer GmbH D-73734 Esslingen GETRIEBE / REDUCER / REDUCTEUR	
CE	
No.	A /
Type	II 2 Gck II T / II 2 Dck T<160 °C / EN 13463-1/-5/-8
Reduction i	
max. n ₁	/min
max. M ₂	Nm
max. P	kW
BF/SF f _B	

7 Beispiel für die Kennzeichnung eines Getriebes mit mechanischem Explosionsschutz

Bedeutung der Elemente:



Kennzeichen zur Verhütung von Explosionen

II	Einsatz über Tage
2	Kategorie 2 (Zone 1 oder 21)
G	Bereiche mit Gas
c	Zündschutzart „konstruktive Sicherheit c“
k	Zündschutzart „Flüssigkeitskapselung k“
II	Explosionsgruppe
T	Temperaturklasse T3 oder T4 (wird aktuell ergänzt)
D	Bereiche mit brennbarem Staub
T<160 °C	Oberflächentemperatur bei der Bewertung der Zündgefahren berücksichtigte Normen
EN	
BF/SF f _B	Zulässiger Betriebsfaktor für das Getriebe

9 Kennzeichnung

Für die Kennzeichnung von explosionsgeschützten mechanischen Geräten gelten Regeln, die am Beispiel des Getriebes an einem Getriebemotor in Bild 7 erläutert werden:

10 Qualifikation für Instandsetzungsarbeiten

In der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [5] sind die Mindestanforderungen der ATEX 137 [6] in deutsches Recht umgesetzt. Danach dürfen Wartung, Umbau und Instandsetzung nur von „befähigten Personen“ durchgeführt werden, für die in §2 (7) folgende Begriffsbestimmung zu finden ist: „Befähigte Person im Sinne dieser Verordnung ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt.“ Für die Prüfung nach einer Instandsetzung sind in §14 (6) weitergehende Anforderungen, z. B. eine Überwachungsstelle oder eine von der zuständigen Behörde anerkannte, befähigte Person verlangt.

Während die Kriterien für eine solche Anerkennung für die Prüfung von elektrischen Betriebsmitteln (z. B. Elektromotoren) aus der früher gültigen ExV fortgeschrieben sind und dort auch produktübergreifend gelten, sind vergleichbare Festlegungen für die nicht-elektri-

schen Geräte derzeit noch nicht allgemein bekannt. Es ist daher zurzeit empfehlenswert, dass der jeweilige Hersteller seine Vertragswerkstätten speziell schult und qualifiziert, sofern er nicht auf einer in der BetrSichV ohne weitere Anerkennung erlaubten Instandsetzung im Herstellerwerk besteht.

Die Aufgaben des früheren „DExA“ (Deutscher Ausschuss für explosionsgeschützte Anlagen) werden jetzt im „ABS“ (Ausschuss für Betriebssicherheit) und dort speziell im „UA5“ (Unterausschuss Brand- und Explosionsschutz) wahrgenommen. Zusammen mit dem UA3 wird dort eine „Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1203“ erarbeitet, in deren derzeitigem Entwurf Teil 1 es u. a. heißt:

Anforderungen an befähigte Personen:

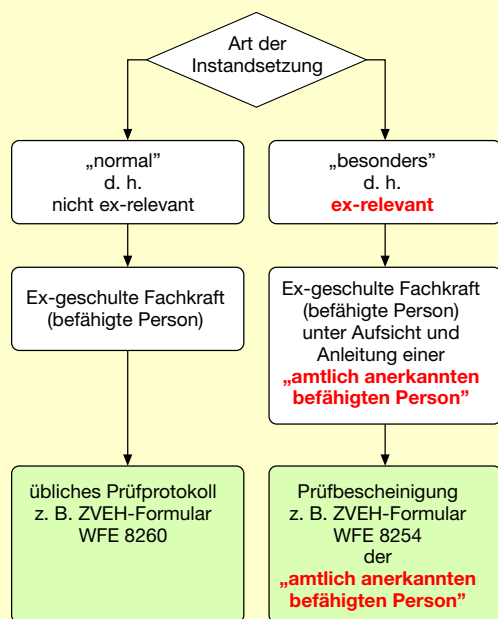
Berufsausbildung. Die befähigte Person für die Prüfungen zum Explosionsschutz ... muss eine technische Berufsausbildung abgeschlossen haben oder eine andere für die vorgesehenen Prüfaufgaben ausreichende technische Qualifikation besitzen, die die Gewähr dafür bietet, dass die Prüfungen ordnungsgemäß durchgeführt werden.

Die befähigte Person für die Prüfungen zum Explosionsschutz muss

- ein einschlägiges Studium oder
- eine vergleichbare technische Qualifikation oder
- andere technische Qualifikation mit langjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik

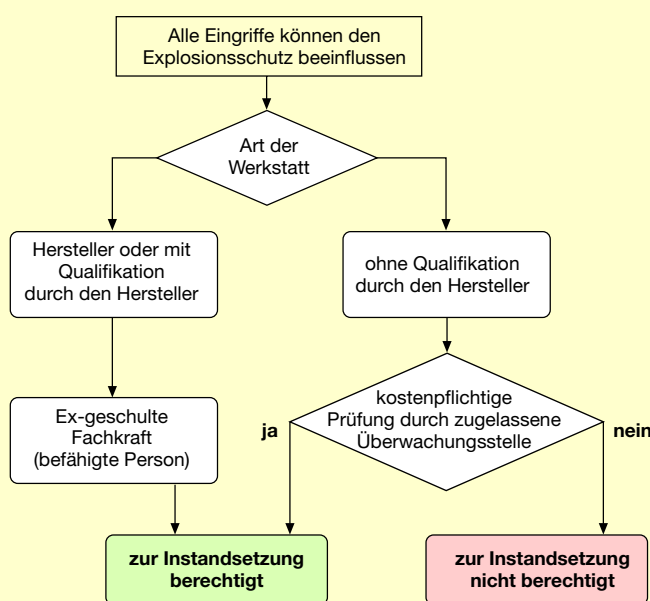
verfügen und auf Grund umfassender Kenntnisse des Explosionsschutzes einschließlich

Instandsetzung von Ex-Motoren ATEX oder PRE-ATEX



a)

Instandsetzung von ATEX-Getrieben



b)

8 Zweigeteiltes Schema des formalen Ablaufs einer Instandsetzung

des zugehörigen Regelwerkes die Gewähr dafür bieten, dass die Prüfungen ordnungsgemäß durchgeführt werden.

Berufserfahrung. Die befähigte Person für die Prüfungen zum Explosionsschutz ... muss eine mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung, dem Zusammenbau oder der Instandhaltung der Anlagen ... besitzen.

Die befähigte Person ... muss eine mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung oder Instandsetzung von Geräten ... besitzen.

Zeitnahe berufliche Tätigkeit.

Die befähigte Person für die Prüfungen zum Explosionsschutz ... muss über die im einzelnen erforderlichen Kenntnisse des Explosionsschutzes sowie der relevanten technischen Regelungen verfügen und sofern erforderlich diese Kenntnisse aktualisieren, z. B. durch Teilnahme an Schulungen/Unterweisungen.

Die befähigte Person ... muss regelmäßig durch Teilnahme an einem einschlägigen Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet des Explosionsschutzes fortgebildet werden.

Anerkennung, alternative Anforderungen.

Die befähigte Person ... muss von der zuständigen Behörde für diese Prüfungen anerkannt sein. Aufgaben der befähigten Personen ... können auch von zugelassenen Überwachungsstellen wahrgenommen werden, die die Zulassung nach ... BetrSichV besitzen. Den Elektrofachkräften, die auch künftig Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an nicht-elektrischen Geräten nach ATEX durchführen wollen, ist zu empfehlen,

die endgültige Fassung der Technischen Regel TRBS 1203 und deren praktische Umsetzung zu beachten.

Für den formalen Ablauf einer Instandsetzung ergibt sich daher derzeit ein zweigeteiltes Schema nach Bild 8.

Literatur

- [1] ATEX 95. EU-Richtlinie 94/9/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen.
http://europa.eu.int/comm/enterprise/atex/guide_de
- [2] EX-RL. Regeln BGR 104 (bislang ZH1/10) „Explosionsschutz-Regeln“, Ausgabe 7.2000. Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre, mit Beispielsammlung: Fachausschuss „Chemie“ der BGZ.
- [3] Kloska, M.: Normung im Bereich des nichtelektrischen Explosionsschutzes. STAHL-Ex-Zeitschrift (1999).
- [4] Deneff, H.: Atex-konforme Getriebe. CAV 2/2003, Abb. 2.
- [5] BetrSichV. Verordnung zur Rechtsvereinfachung im Bereich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, der Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und der Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes. www.bmwa.bund.de
- [6] ATEX 137. EU-Richtlinie 1999/92/EG über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können.
- [7] Greiner, H.: Explosionsschutz bei Getriebemotoren. Elektronische Publikation EP 303 der Fa. Danfoss Bauer GmbH. www.vlt.de, Download-Center.
- [8] N. N.: VDMA-Leitfaden zum Explosionsschutz an Maschinen; mit Teil Antriebstechnik.