

4. Technischer Tag der VEM-Gruppe

Explosionssgeschützte elektrische Betriebsmittel

Das seit 2001 von der VEM-Gruppe veranstaltete Symposium zum Thema „Elektrische Maschinen – heute und morgen“ ist inzwischen als „Technischer Tag“ fest in der Fachwelt etabliert. In diesem Jahr wurde es am 16. und 17. Juni von etwa 160 Fachleuten aus elf Ländern besucht.

Vielseitige Vortagsreihe

Insgesamt behandelten 20 Fachvorträge Hintergründe, Stand und Fortentwicklung des Explosionsschutzes. Die Schwerpunkte reichten dabei von der Normung, über Umrichterbetrieb, bis zu Großmaschinen sowie von Zertifikaten, über Anforderungen der Betreiber, bis zur Instandsetzung.

Die Mitwirkung ausländischer Prüfstellen und Hersteller unterstrich den internationalen Charakter der Veranstaltung. Dieser Bericht gewährt einen kurzen Einblick in einige der Referate, die für Elektrofachkräfte und Elektromaschinenbauer besonders interessant sind.

ATEX, Normung und Trends

H. Wehinger, F. Lienesch (Physikalisch-Technische Bundesanstalt PTB): Umsetzung der ATEX, weitere Normung und internationale Trends

Der Grundgedanke des „New Approach“ ist für den Ex-Schutz von Geräten und Schutzsystemen in der Richtlinie 94/9/EG umgesetzt. Sie definiert den freien Warenverkehr innerhalb der EU sowie grundlegende Sicherheitsanforderungen an Geräte und Schutzsysteme. Ihre praktische Anwendung ist seit zwei Jahren obligatorisch. Daher wurden Änderungen gegenüber vorherigen Anforderungen besprochen, die nun von den Herstellern zu beachten sind (z. B. Betrachtung nicht-elektrischer Betriebsmittel für Ex-Schutz; Produktüberwachung während und nach der Produktion). Kurze Erläuterungen gab es auch zu weiteren Anforderungen, die sich aus der Richtlinie 99/92/EG mit nationaler Umsetzung durch die Betriebssicherheitsverordnung ergeben.

Die Normung der Geräte hat sich durch die Einführung des „Parallel Voting“ von der europäischen (CENELEC-) zur weltweiten (IEC-)Ebene verlagert. Zu diesem Thema ergab sich eine Diskussion über Unstim-

migkeiten, die in der Übergangsphase entstanden sind. Für zukünftige internationale Anforderungen hat sich das IEC-Ex Schema entwickelt. Grundlage dafür ist die Verwendung einheitlicher Normen, die jeweils dem aktuellen Stand der IEC-Normung entsprechen sollen. Eine Anerkennung der Prüfstellen untereinander lässt sich durch gegenseitige Evaluierung erreichen. Mittlerweile gehören dem Arbeitskreis weltweit ca. 25 Prüfstellen an, deren erste Erfolge sich anhand der ausgestellten Zertifikate zeigen.

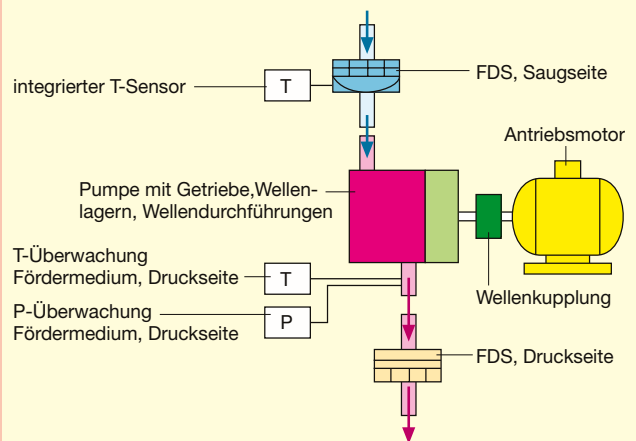
Gerätekombinationen

T. Redeker, H. Härtel (Institut für Sicherheitstechnik GmbH IBExU): Elektrische und nicht-elektrische Geräte (Kategorie 1 und 2) in kombinierter Anwendung (Bild 1)

Die europäische Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten bezieht sich auf Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Sie gilt sowohl für elektrische als auch für nicht-elektrische Geräte und Schutzsysteme und legt grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für Konzeption und Bau sowie Kriterien für die Einteilung der Geräte in Kategorien fest. Auch das Inverkehrbringen und die CE-Konformitätskennzeichnung sind so geregelt. Beim Konformitätsbewertungsverfahren ist für nicht-elektrische Geräte der Kategorie 2 keine EG-Baumusterprüfung vorgesehen.

Weitere Unterschiede zwischen elektrischen und nicht-elektrischen Geräten ergeben sich aus Funktion und Wirkungsweise. Elektrische Geräte kommen in der Regel nur mit einer umgebenden oder ins Innere eingedungenen, explosionsfähigen Atmosphäre in Berührung. Dagegen kommen nicht-elektrische Geräte funktions-

explosionssgeschützte Vakuumpumpe
Kategorie 1/2



1 Schematische Darstellung der Gerätekombination einer explosionssgeschützten Vakuumpumpe (Kategorie 1 und 2)

Quelle: IBExU

bedingt oft zusätzlich mit einer im Geräteinneren planmäßig vorhandenen, explosionsfähigen Atmosphäre in Kontakt (z. B. Ventilatoren und verschiedene Pumpen). Bei den Einsatzbedingungen und Kennzeichnungen ist zwischen innerem (inside) und äußerem (outside) Bereich zu unterscheiden.

Die EG-Baumusterprüfbescheinigung eines nicht-elektrischen Geräts bezieht sich stets nur auf das tatsächliche Gerät. Für die erforderlichen elektrischen Anbau- und Zubehörteile (Geräte) in Form von Antriebsmotor, Sensoren und Steuerungen verlangt die EG-Baumusterprüfung und Zertifizierung, dass die angebauten elektrischen Geräte den Anforderungen der Richtlinie 94/9/EG entsprechen und für den Anwendungsfall geeignet und zertifiziert sind.

Damit verbundene Probleme wurden am Beispiel von Ventilatoren und Vakuumpumpen besprochen, da auch ihre beiden Hauptbestandteile (Elektromotor und Ventilator bzw. Pumpe) getrennt zu zertifizieren sind.

Auch die Kennzeichnung von Geräten in ex-gefährdeten Bereichen fand Erwähnung in Beispielen. Aus der relevanten Normenreihe EN 13 463 sind die Teile 1, 2, 3, 5, 6 und 8 von besonderer Bedeutung.

Besondere Instandsetzung

H. Greiner (Danfoss Bauer): Formale und technische Aspekte der Instandsetzung ex-geschützter elektrischer Maschinen

Die Großchemie gibt für elektrische Maschinen übereinstimmend eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa 15 – 20 Jahren an.

Da bei einer unsachgemäßen Instandsetzung die Sicherheit beeinträchtigt werden kann, wurden schon früh Richtlinien erarbeitet (z. B. 1967 Abhandlung von Dreier/Krovoza).

Bei „besonderen“, den ExSchutz tangierenden Arbeiten außerhalb des Herstellerwerkes musste schon nach altem nationalen Recht (ElExV § 9) ein amtlich anerkannter Sachverständiger oder Sachkundiger die ordnungsgemäße Ausführung überwachen und durch eine Prüfbescheinigung bestätigen.

Diese Prüfpflicht ist nach der BetrSichV (Betriebssicherheitsverordnung) § 14 (6), die auf ATEX 137 (EU-Richtlinie 199/92/EG) beruht, auf die „amtlich anerkannte befähigte Person“ übergegangen. Deren Qualifikation ist in den TRBS 1203 Teil 1 (Technische Regeln für Betriebssicherheit) umrissen. Jedoch sind die formalen Voraussetzungen für eine amtliche Anerkennung in der Bundesrepublik teilweise länderspezifisch geregelt.

Im technischen Bereich gibt es zur Abgrenzung der „normalen“ und „besonderen“ Instandsetzungsarbeiten sowie für Umfang und Bewertung der abschließenden Prüfungen einige Grauzonen. Diese wurden im Beitrag unter Abwägung der Belange der Hersteller (möglichst strikte Anwendung der werkseitigen QM-Kriterien) und der unabhängigen Instandsetzer (möglichst rasche Hilfe vor Ort) behandelt.

Fallbeispiele und die Erläuterung der vom ZVEH empfohlenen Prüfbescheinigung stellen eine Entscheidungshilfe dar. Vorläufige Regelungen für die in der Reparaturpraxis häufig anzutreffende Kombination von Elektromotoren mit nicht-elektrischen Geräten (Pumpe, Ventilator, Getriebe) rundeten den Beitrag ab.

Frequenzumrichter

I. Bauer, (Danfoss): Anforderungen der Chemie an moderne Frequenzumrichter

Die chemische Industrie ist eine der wichtigsten Säulen der deutschen Wirtschaft. Auch weltweit muss die Branche den Vergleich nicht scheuen. Gerade weil hier hohe Sicherheitsstandards, umfangreiche Umweltvorschriften und die damit verbundenen hohen Kosten mit in die Gesamtbilanz eingehen, ist diese Tatsache umso beachtenswerter. Daher müssen auch die Lieferanten der chemischen Industrie zuverlässige, sichere und trotzdem bezahlbare Komponenten und Systeme liefern. Danfoss stellt mit dem VLT FC 302 eine neue Serie von Frequenzumrichtern vor, die auch in Anwendungen der Chemie neue Maßstäbe setzen kann. Der Trend in der Antriebstechnik geht verstärkt in den Bereich der großen Leistungen. Aus Kostengründen werden Antriebe mit immer höherer Spannung betrieben. Um diesem Trend zu folgen ist der FC 302 bis zu einer Leistung von 1,2 MW und mit 690 V verfügbar. Gleichzeitig wurden alte Tugenden mit neuer Flexibilität durch ein Modulkonzept erweitert. Es stehen vier Steckplätze zur Verfügung, um Module für Umrichter-Funktionen aufzunehmen (z. B. Kommunikationsbaugruppen, Geberschnittstellen oder Motion-Control). Weiterhin ist eine Option zur Kaltleiterauswertung geplant, die von der PTB zertifiziert wird und als Alleinschutz einsetzbar ist. Vorzüge des Frequenzumrichters für den Einsatz in der Chemie:

- Betrieb an langen Motorleitungen (mit Sinusfiltern wird die Namur-Empfehlung NE 38 eingehalten und ungeschirmte Ausführung ermöglicht),
- Eingebaute Netzrückwirkdrosseln und Funkentstörung (KI.A1 nach EN 55 011),
- Einhaltung der PELV-Vorschriften durch interne galvanische Trennung,
- Profibus-Option mit VIK-Profil 3.1.

Ex-Schutz Dokumentation

H. Oberhem (Bayer Industry Services): Dokumentation nach 94/9/EG aus der Sicht eines Anwenders

Eine vollständige, sachgerechte und auf Ex-Schutz ausgerichtete Dokumentation hat im Rahmen von ATEX einen hohen Stellenwert. Sie soll Hinweise für Auswahl, Installation, Betrieb und Wartung von Geräten umfassen.

Als Gerät gelten: Maschinen, Betriebsmittel, stationäre oder ortsbe-

wegliche Vorrichtungen, Steuerungs- und Ausrüstungsteile sowie Warn- und Vorbeugungssysteme, die einzeln oder kombiniert Energien erzeugen oder übertragen, speichern, messen, regeln, umwandeln oder verbrauchen oder zur Verarbeitung von Werkstoffen bestimmt sind, eigene potentielle Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können. Diesen Geräten muss eine Betriebsanleitung beiliegen, die folgende Anforderungen gemäß 94/9/EG A II Nr. 1.0.6 erfüllt:

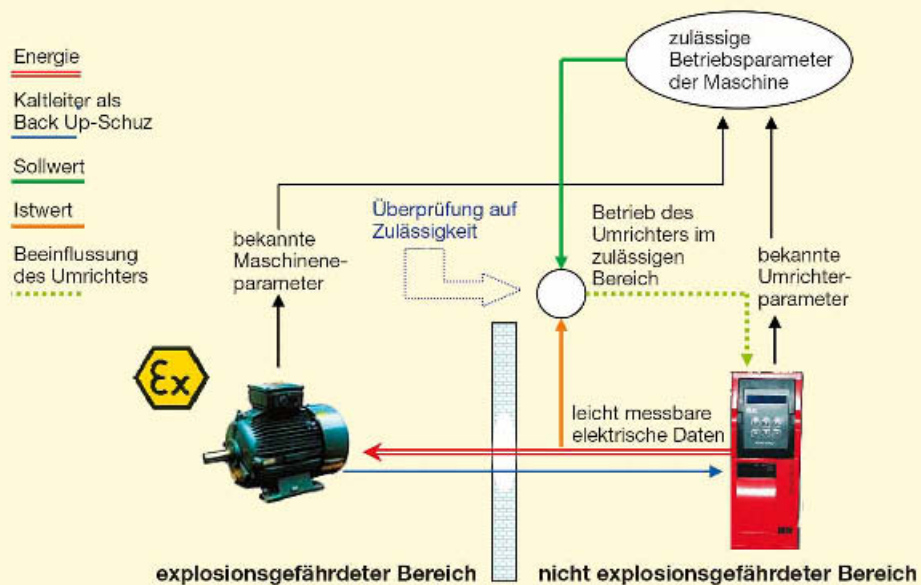
- Original in einer Gemeinschaftssprache,
 - Kopie in der Sprache des Verwendungslandes.
- Die Betriebsanleitung beinhaltet
- Pläne, Schemata, zweckdienliche Angaben für Inbetriebnahme, Wartung und Inspektion, Reparatur sowie zur Überprüfung der Funktion,
 - Angaben zum richtigen Einsatz (Kategorie) des Gerätes (Systems),
 - elektrische Kenngrößen, Drücke, höchste Oberflächentemperatur, Grenzwerte

und falls erforderlich

- Markierung für Druckentlastungseinrichtungen,
- Angaben zur Einarbeitung,
- Besondere Bedingungen für die Verwendung.

Mindestangaben zu jedem Gerät oder Schutzsystem sind:

- Angaben der Kennzeichnung (ohne Seriennummer),
- Angaben zur sicheren
 - Inbetriebnahme
 - Verwendung
 - Montage und Demontage
 - Instandhaltung
 - Installation
 - Rüstung.



2 Schema zur optimalen Auslastung eines Elektromotors der Zündschutzart „e“ mit Umrichterspeisung bei Berücksichtigung der vom Explosionsschutz gesetzten thermischen Grenzen

Quelle: PTB

Antriebssysteme

Ch. Lehrmann (Physikalisch-Technische Bundesanstalt PTB): Motoren in Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ am Frequenzumrichter

Umrichtergespeiste Antriebe erobern auf Grund ihrer Energieeinsparungspotentiale immer weitere Einsatzgebiete in der industriellen Praxis. Auch in explosionsgefährdeten Bereichen steigt ihr Anteil, so dass dem Prüf- und Zertifizierungsaufwand eine immer größere Bedeutung zukommt. Bezüglich der mechanischen Ausführung lassen sich Motoren in der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ in der Regel deutlich kostengünstiger fertigen als die der Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“. Jedoch ist hier der Prüfaufwand sehr viel höher als bei druckfester Kapselung, da eine Prüfung von Motor und Umrichter zur Zeit nur in Kombination zulässig ist. Die Anpassungsmöglichkeiten durch den Betreiber sind daher begrenzt. Bei Reparaturen können Motor und Umrichter nur durch baugleiche Teile ersetzt werden, da sonst eine neue Prüfung des veränderten Antriebssystems nötig ist.

Sollte das thermische Verhalten der Maschine bei Frequenzumrichterspeisung ausgehend von den Betriebsparametern abschätzbar sein, ist es möglich auf eine Zulassungsprüfung der Kombination Motor/Frequenzumrichter zu verzichten. Auf die Temperatur der Maschine haben sowohl die intern umgesetzte Verlustleistung als auch der thermische Widerstand zur Umgebung einen Einfluss.

Die Verlustleistung der Maschine setzt sich aus Grundschwingungsverlusten und den durch Frequenzumrichter verursachten Oberschwingungsverlusten zusammen.

Wesentliche Einflussfaktoren auf die Erwärmung sind das Oberschwingungsspektrum des Frequenzumrichters und die Maschinendrehzahl bei eigengekühlten Maschinen. Auch eine Absenkung der Versorgungsspannung des Umrichters kann zur Zunahme der Maschinenerwärmung führen.

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, müssen die Einflussfaktoren auf die Maschinenerwärmung quantifiziert werden. Daraus leiten sich die für den ExSchutz erforderlichen Betriebsparameterbereiche ab. Wichtig ist auch eine Überwachung der Parameter während des Betriebes (Bild 2).

Auf Basis der bisher durchgeführten Untersuchungen ist es möglich, eine Maschine der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ für den Betrieb an einem beliebigen Frequenzumrichter zu zertifizieren. Dabei sind die zulässigen Betriebsparameterbereiche im Zertifikat festzuhalten. Als Basis für das Zertifikat kann eine eventuell vorhandene Zulassung für den Betrieb am Netz dienen.

Zukünftig soll erprobt werden, die Maschinenreaktion auf die Spannungsoberschwingungen des Frequenzumrichters anhand der Impedanzkennlinie des Motors vorherzusagen. Dieses Verfahren ermöglicht es, die überschwingungsbedingten Zusatzverluste allein durch Kenntnis des Spannungsspektrums an den Maschinenklemmen zu berechnen.

Neues Zulassungsverfahren

T. Richter (SEW Eurodrive): Pauschale Zulassung von EExe-Motoren für Frequenzumrichterbetrieb

Mit dem zunehmenden Automatisierungsgrad in der industriellen Fertigung wächst auch die Nachfrage für frequenzgeregelte Antriebe. Dies kann aktuell entweder anhand eines druckfest gekapselten Motors mit pauschaler Frequenzumrichter-Zulassung oder durch einen Motor der Zündschutzart „erhöhte Sicherheit“ mit einer Zulassung für einen speziellen Frequenzumrichter erreicht werden. Die bisherige Praxis der Zulassung eines Motors der Zündschutzart „erhöhte Sicherheit“ sieht vor, dass in der EG-Baumusterprüfbescheinigung sowohl die genaue Typenbezeichnung des Frequenzumrichters als auch die zugelassenen Parametereinstellungen festgehalten werden.

Dieses Vorgehen stößt in der praktischen Anwendung auf Probleme:

- Die Produktzyklen bei Frequenzumrichtern sind deutlich kürzer als bei Motoren.
- Durch die Festschreibung der Umrichterparameter ergibt sich im Allgemeinen eine Einschränkung bezüglich der Einsatzfähigkeit der Antriebskombination.

Die Folge daraus ist, dass eine solche Zulassung in der Regel nur für Antriebe größerer Leistung mit einer fest umschriebenen Applikation wirtschaftlich vertretbar ist.

Wesentliche Punkte des neuen Zulassungsverfahrens sind:

- Keine Beschränkung auf einen speziellen Umrichter.
- Keine Festlegung von Umrichterparametern.
- Definition von betriebsrelevanten Kenngrößen (zulassungsrelevante Messungen können teilweise aus Messungen zur EG-Baumusterprüfung abgeleitet werden).

Durch dieses Verfahren ist auch eine wirtschaftlich Zulassung von Motoren mit kleiner Leistung möglich.

Forderungen aus der Praxis

H. Linnenbrink (Bayer Material Science): Praxisprobleme und Anwenderhilfe durch VIK und Namur für Antriebe im Ex-Bereich

Die Verbände von VIK (Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft) und Namur (Interessengemeinschaft Prozessleittechnik der chemischen und pharmazeutischen Industrie) unterstützen ihre Mitglieder bei allgemeinen technischen

Fragestellungen durch entsprechende Empfehlungen.

Ebenso wie technische Neuerungen erfordern auch neue Gesetze und Normen die Überarbeitung und Anpassung dieser Empfehlungen an den aktuellen Stand der Technik.

Im Bereich der Chemie bestehen beim Einsatz von Geräten im Ex-Bereich besondere Anforderungen, mit denen sich der Betreiber in Zusammenarbeit mit den Herstellern auseinandersetzen muss. So ist der Einsatz von Motoren, den am häufigsten verwendeten Aktoren der Elektrotechnik, mit einer Vielzahl technischer Fragestellungen und Lösungsmöglichkeiten verbunden.

Durch die Verwendung elektronischer Geräte, insbesondere drehzahlveränderlicher Motoren, ergeben sich neue Anwendungsfälle und Gesichtspunkte der technischen Lösung. Die Erfahrung aus den Verbandsfirmen ist dabei eine wichtige Hilfe für alle Anwender und Entwickler.

Der Referent des Beitrages war an den ersten Ansätzen zu einem Konzept für die Zulassung von Motoren der Zündschutzart „e“ und für die notwendige Modifizierung ihres zugehörigen Umrichters aktiv beteiligt. Seine Stellungnahme zu einem aktuellen Vorschlag eines PTB-Mitarbeiters ist daher besonders interessant:

„Aus der Sicht der Anwender kommt nur eine zuverlässige und praktikable Lösung für den Einsatz von Ex-Motoren am Umrichter in Frage. Eine Kosteneinsparung ist nur zu realisieren, wenn sich die Lösung in einfacher Weise zuverlässig umsetzen lässt. Das muss für den gesamten Bereich der Normmotoren gelten und über Jahre hinaus flexibel hinsichtlich Geräteaus-tausch sein. Die Lebensdauer verfahrenstechnischer Anlagen liegt über der üblichen Lebensdauer von Stromrichtergeräten (10 – 15 Jahre) im Bereich der Lebensdauer von Motoren (über 20 Jahre).

Die Charakterisierung von Umrichtern mit einfachen Mitteln ist bei der Vielzahl der technischen Lösungen mit unterschiedlichen Modulationsarten und Regelverfahren keine einfache Aufgabe. Hier sind die Anforderungen von VIK und Namur hilfreich, da sie die hochfrequenten Störgrößen deutlich reduzieren und die elektrischen Verhältnisse überschaubarer machen.

Die Informationselektronik der Frequenzumrichter muss neue Funktionen erhalten, die in fehlersicherer Technik auszuführen sind.

Das Erwärmungsverhalten bzw. das thermische Ersatzschaltbild eines Motors ist drehzahlabhängig zu ermitteln. Hierfür sind erhebliche Aufwendungen der Hersteller erforderlich.



3 Modifikationsbeispiel eines EEx de II C T4-Motors (315 kW, 2-polig)

Der Motor soll mit verschiedenen Spannungen einsetzbar sein. Dazu wurde ein Sonderklemmenkasten mittels Adapter am Motor montiert. Die Abnahme der Modifikation durch eine benannte Stelle ergab: ATEX-konformer Motor für Δ 3300 V und Y 5500 V für Kategorie II 2G. Quelle: Fa.Helmke

derlich. Die Realisierung ist machbar und wäre ein technischer Fortschritt, aber sie verlangt auch Aufwand.“

Modifikation von Motoren

F. Hillmann (J. Helmke & Co.): Modifikation von ex-geschützten Elektromotoren für spezielle Einsatzfälle

Beim Einsatz von Elektromotoren in ex-gefährdeten Bereichen sind besondere Sicherheitsbestimmungen zu beachten. Um individuelle Kundenanforderungen zu erfüllen und kurze Lieferzeiten zu gewährleisten, ist es erforderlich, auch an Motoren, die für den Einsatz in ex-gefährdeten Bereichen geeignet sind, Modifikationen vorzunehmen.

Mit Inkrafttreten der ATEX-Richtlinie 94/9/EG haben sich die rechtlichen Rahmenbedingungen stark verändert. An Beispielen durchgeführter Modifikationen konnten aktuelle Möglichkeiten aufgezeigt werden (Bild 3).

Den Schwerpunkt bildete dabei die Ertüchtigung eines EEx n-Motors (nichtfunkend – Zone 2) auf EExp (Überdruckkapselung), um ihn in der Zone 1 einsetzen zu können. Es folgten Erläuterungen zu technischen Anforderungen an EExp-Betriebsmittel und die Vorstellung von Beispielen aus dem Bereich EEx n. Zusätzlich gab es Informationen zu durchgeführten Systemprüfungen für EEx n-Antriebe (Motor und Umrichter).

Derartige Arbeiten verlangen folgende Voraussetzungen:

- Absprache mit dem Original-Hersteller
- Austausch der Dokumentation mit dem Original-Hersteller
- Kenntnis der relevanten Normen
- Qualitätsmanagement-System nach ISO 9001:2000
- Ex-Zusatzaudit Produktion nach EN 13980:2002
- Befähigte Person
- Schaffung entsprechender Prüfmöglichkeiten
- Enge Zusammenarbeit mit benannten Stellen.

Schutz bei Staub und Gas

M. Sattler, D. Seehase (VEM): Kombination von Staub- und Gasexplosionsschutz bei elektrischen Maschinen

In chemischen und petrochemischen Anlagen entstehen immer wieder explosionsfähige Atmosphären. Sie werden z. B. durch Gemische von Gasen, Dämpfen oder Nebeln hervorgerufen. Aber auch Gemische mit Stäuben, wie sie in Mühlen und Silos auftreten, erweisen sich oft als explosionsfähig.

Der integrierte Explosionsschutz weist aus, dass die Maßnahmen des Explosionsschutzes in definierter Reihenfolge erfolgen müssen.

1. Vermeidung des Entstehens von explosionsfähigen Atmosphären.
2. Vermeidung der Zündung von explosionsfähigen Atmosphären.
3. Beschränkung der Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß.

Die Vermeidung der Entstehung explosionsfähiger Atmosphären wird als primärer Explosionsschutz bezeichnet und ist Sache des Anlagenbetreibers. Eine Vermeidung der Zündung bzw. die Beschränkung der Auswirkungen sind die Ziele bei der Konstruktion elektrischer Betriebsmittel.

Erforderliche, grundlegende konstruktive Maßnahmen der Zündschutzarten EExe, EExnA, Ex II 2D und Ex II 3D gestatten eine weitgehende Vereinheitlichung der Konstruktionen. Der für Normmotoren gängige Standardschutzgrad IP 55 und die verhältnismäßig geringen Mehraufwendungen für IP 65 unterstützen diesen Prozess. Gleichzeitig vereinfacht die kombinierte Ausführung der Betriebsmittel für Gas- und Staubexplosionsschutz die Wartung und Lagerhaltung.

H. Greiner

Näheres zur Auswahl der Betriebsmittel für den Ex-Schutz ist in diesem Heft auf den Seiten 794 – 797 zu finden.