



Getriebemotoren  
für staubexplosionsgefährdete Bereiche der Zone 21



**BAUER** geared motors

## Getriebemotoren für staubexplosionsgefährdete Bereiche der Zone 21

Obering. H. Greiner

Der "neue Ansatz (new approach)" der ATEX-Richtlinien für explosionsgeschützte Geräte und Schutzsysteme [1] und deren Anwendung [2] umfasst u.a. folgende Punkte:

- Die Richtlinie setzt Mindestanforderungen fest ohne Bezug auf Normen; die Einhaltung von Normen ist nicht obligatorisch – aber die "Vermutungswirkung" erleichtert die Zertifizierung.
- Der Staubexplosionsschutz ist gleichrangig mit dem Gasexplosionsschutz
- Anforderungen an den Explosionsschutz für "nicht-elektrische Geräte" (Kupplungen, Getriebe, Pumpen, Rührwerke usw.) sind eingeschlossen.

Diese Abhandlung befasst sich mit dem Staubexplosionsschutz bei Getriebemotoren.

### 1 Häufigkeit und Auswirkungen von Staubexplosionen

Wo brennbare Stäube hergestellt, verarbeitet, transportiert, gelagert oder verpackt werden, besteht die Gefahr einer **Staubexplosion**. Die Bild 1.1 soll einen Eindruck von der Heftigkeit und Gefährlichkeit einer solchen Explosion vermitteln.



Bild 1.1  
Silo-Explosion bei SEMABLA,  
Blaye, Gironde (1997) Foto: VSD

Staubexplosionen – wenn auch meist leichter Art – kommen relativ häufig vor.

In einer Broschüre der Berufsgenossenschaft [3] heißt es:

"Nach den Unterlagen der Sachversicherer kann davon ausgegangen werden, dass sich in der Bundesrepublik durchschnittlich pro Tag eine Staubexplosion ereignet; etwa jede vierte dieser Explosionen wird durch Nahrungs- oder Futtermittelstäube ausgelöst."

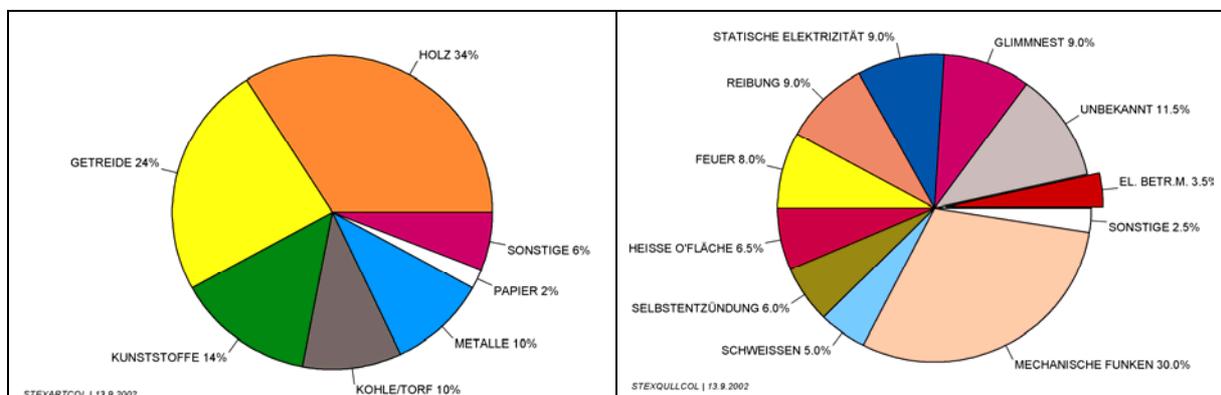


Bild 1.2  
Anteil der Staubarten an Staubexplosionen  
(Basis 1977; Statistik nicht weitergeführt)

Bild 1.3  
Anteil der elektrischen und mechanischen  
Betriebsmittel an den Zündquellen

Elektrische Betriebsmittel stellen nur einen geringen Anteil der ermittelten Zündquellen von Staubexplosionen dar – nicht zuletzt auch ein Erfolg der sicherheitstechnischen Festlegungen in den Bestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.

Mit Einführung der "Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen - ElexV" im Jahre 1980 wurde für elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in der Zone 10 (ab 01.07.2003 in Zonen 20 und 21) eine Baumusterprüfbescheinigung durch eine benannte Stelle gesetzlich vorgeschrieben. Auslöser für diese Entwicklung in Deutschland war das Explosionsunglück bei der Rolandmühle (Bild 1.4).



Bild 1.4  
Rolandmühle in Bremen nach der  
Staubexplosion 1979

## 2 Kenngrößen für die Zündfähigkeit von Staub

Staub aus brennbaren Stoffen ist zündfähig, sofern die Korngröße unter etwa 400  $\mu\text{m}$  (0,4 mm) ist. Beim Transport und Verarbeiten von grobem Staub entsteht jedoch durch Abrieb immer auch feinerer Staub (nach Untersuchungen der BG "Nahrungsmittel und Gaststätten" zum Beispiel 0,1 bis 0,25 Gewichtsprozent).

Die Vergrößerung der mit dem Sauerstoff der Luft reagierenden Oberfläche verändert die langsame, ungefährliche Verbrennung eines festen Körpers (Kohle, Holz) in eine spontane, gefährliche Verpuffung oder Explosion von Staub.

Wichtige Kenngrößen sind – neben der elektrischen Leitfähigkeit – die Glimmtemperatur und die Zündtemperatur eines brennbaren Staubes.

Die **Glimmtemperatur** ist die niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der sich eine Staubschicht von festgelegter Dicke auf dieser heißen Oberfläche entzündet.

Die **Zündtemperatur** ist die niedrigste Temperatur der heißen inneren Wand eines Ofens, bei der sich eine Staubwolke im Ofen entzündet.

Der BIA-Report "**Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben**" [4] enthält Tabellen mit Kenngrößen von nahezu 4 300 Staubproben, die teilweise auch im Internet unter [www.bia.de](http://www.bia.de) abrufbar sind. In Tabelle 2.1 sind – mit freundlicher Genehmigung durch BIA und BVS – einige der erfassten Stäube zusammengestellt. Die Grenzen der Anwendbarkeit dieser Tabellen sind gemäß den Erläuterungen im Original zu beachten.

STF-Nr.	Feststoffbezeichnung	Zündtemperatur °C	Grenztemperatur °C	Glimmtemperatur °C	Grenztemperatur °C	Stoff-Nr.
---------	----------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-----------

### Naturprodukte

0001	Baumwolle	560	373	350	275	0001
0003	Cellulose	500	333	370	295	0003
0021	Holzmehl	400	267	300	225	0021
0027	Holzharz	500	333	290	215	0027
0038	Kork	470	313	300	225	0038
0051	Papier	540	360	300	225	0051
0074	Torf	360	240	295	220	0074
0105	Getreide	420	280	290	215	0105
0115	Kakao	580	387	460	385	0115
0121	Kopra	470	313	290	215	0121
0122	Kraffutter	520	347	295	220	0122
0141	Milchpulver	440	293	340	265	0141
0167	Soja	500	333	245	170	0167
0175	Stärke	440	293	290	215	0175
0207	Tabak	450	300	300	225	0207
0209	Tapioka	450	300	290	215	0209
0211	Tee	510	340	300	225	0211
0222	Weizenmehl	480	320	450	375	0222
0232	Pektinzucker	410	273	380	305	0232
0236	Zuckerrüben	460	307	290	215	0236
0242	Braunkohle	380	253	225	150	0242
0259	Steinkohle	590	393	245	170	0259
0280	Lein	440	293	230	155	0280

### Technisch-chemische Produkte

0294	Gummi	570	380	-	-	0294
0304	Epoxidharz	510	340	-	-	0304
0321	Phenolharz	450	300	-	-	0321
0329	Kautschuk	460	307	220	145	0329
0357	Polyethylen	360	240	-	-	0357
0392	Polyamid	520	347	-	-	0392
0397	Polyester	560	373	-	-	0397
0409	Polypropylen	410	273	-	-	0409
0425	Polyvinylacetat	500	333	340	265	0425
0474	Polyvinylchlorid	530	353	380	305	0474
0492	Schichtpressstoff	510	340	330	255	0492
0522	Isosorbiddinitrat	220	147	240	165	0522
0580	Celluloseether	330	220	275	200	0580
0632	Polysaccharid-Derivat	580	387	270	195	0632
0668	Waschmittel	330	220	-	-	0668

### Metalle

0681	Aluminium	530	353	280	205	0681
0696	Bronze	390	260	260	185	0696
0701	Eisen	310	207	300	225	0701
0718	Cu-Si-Legierung	690	460	305	230	0718
0723	Magnesium	610	407	410	335	0723
0725	Mangan	330	220	285	210	0725
0733	Zink	570	380	440	365	0733

### Sonstige

0750	Petrolkoks	690	460	280	205	0750
0753	Ruß	620	413	385	310	0753
0766	Schwefel	280	187	280	205	0766

Tabelle 2.1 Temperatur-Kenngrößen von Stäuben (Auszug aus [4])

### 3 Zoneneinteilung

Bei der Zoneneinteilung der durch Gase und Dämpfe explosionsgefährdeten Bereiche spielen Häufigkeit und Dauer des Störung eine wichtige Rolle. Jeder nach einer gewissen Zeit auftretende Störfall ist ein "neuer" Fall, da sich die Situation inzwischen durch natürliche Ventilation und durch Verflüchtigung des Gases selbst korrigiert hat.

**Anders bei Stäuben:** Hier kann die bei der einzelnen Freisetzung auftretende Staubmenge für sich allein ungefährlich sein, sich jedoch im Laufe der Zeit so akkumulieren, dass schließlich bei Aufwirbelung eine explosionsfähige Atmosphäre entsteht. Für die Einteilung der Zone ist daher wie beim Gas zunächst die Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre bestimmend; zusätzlich sind Schichten, Ablagerungen und Aufhäufungen von brennbarem Staub **wie jede andere Ursache**, die zur Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre führen kann, **zu berücksichtigen**.

Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden.

**Beispiele für Zone 20 :** Bereiche im Inneren von Staub einschließenden Behältnissen: Fülltrichter, Silos etc., Zyklone (Fliehkraftabscheider) und Filter, Staubtransportsysteme, Mischer, Mühlen, Trockner, Absackeinrichtungen etc.

Zone 20	Zone 21	Zone 22
Bereich, in dem explosionsfähige <b>Atmosphäre in Form einer Wolke</b> brennbaren Staubes in Luft ständig oder langfristig oder häufig vorhanden ist.	Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass <b>explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke</b> brennbaren Staubes in Luft bei Normalbetrieb gelegentlich auftritt.	Bereich, in dem bei Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass <b>explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke</b> brennbaren Staubes in Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann nur kurzzeitig.

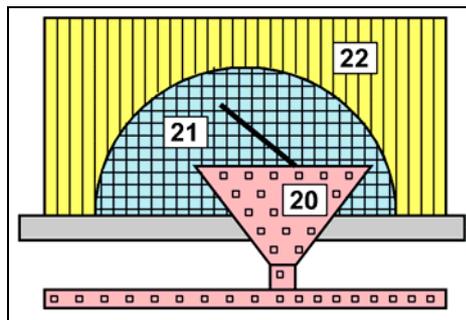


Bild 3.1

Beispiel für die Einteilung von staubexplosionsgefährdeten Bereichen (Schraffur nach Norm; Farbe nicht genormt)

- Zone 20 Fülltrichter einer Sackentleerstation
- Zone 21 Nähere Umgebung (Radius 1 m) um die offene Beschickungsöffnung
- Zone 22 Bereich außerhalb der Zone 21 wegen Ablagerung von Staub

#### Übergang von 2 auf 3 Zonen

Nach dem in der Normung im Allgemeinen gültigen Grundsatz der "Besitzstandwahrung" wird es nicht erforderlich sein, ordnungsgemäß zugelassene und in *Betrieb befindliche Betriebsmittel und Anlagen* auf die neuen Zonen umzustellen. In der ElexV (neu) heißt es hierzu in §19:

"Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, die am 20. Dezember 1996 befügt betrieben werden, dürfen entsprechend den bis dahin für sie geltenden Bestimmungen weiterbetrieben werden."

Die weiteren, abgestuften Festlegungen der Betriebssicherheitsverordnung nach Abschnitt 2.8 sind zu beachten.

Auch für Neuanlagen ist sowohl für Hersteller wie für Betreiber interessant, wie sich der bisherige Bedarf an Betriebsmitteln für die Zonen 10 und 11 künftig auf die neuen Zonen 20, 21 und 22 aufteilen wird, zumal die Betriebsmittel für Zone 21 durch eine benannte Stelle zertifiziert sein müssen. Eine Teilantwort ist in der Beispielsammlung zu den "Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)" BGR 104 des Fachausschusses "Chemie" der BGZ zu finden, die seit der Ausgabe 6/98 laufend an das 3-Zonen-Konzept angepasst werden [5]. Bezüglich der Weiterverwendung der nach früheren nationalen Normen zugelassenen und eingesetzten Betriebsmittel gibt die EX-RL (Bild 3.3) eine klare Anweisung. Sie lässt allerdings außer Acht, dass in der Zone 22 erhöhte Anforderungen an die Staubschichtdicke (nämlich IP6X) statt der des üblichen Staubschutzes (IP5X) gestellt werden, wenn leitfähige Stäube vorhanden sind.

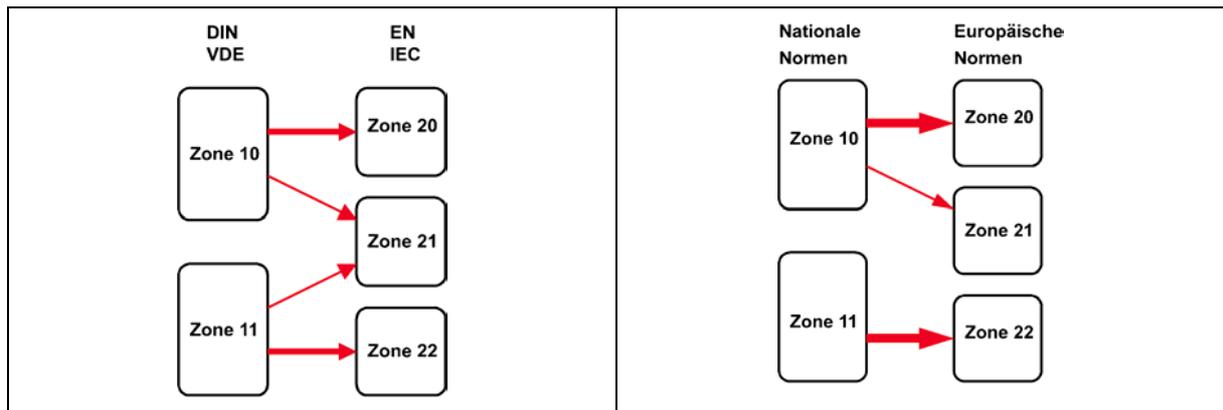


Bild 3.2  
Schema für die Neueinteilung von staubexplosionsgefährdeten Bereichen

Bild 3.3  
Weiterverwendung der alten Betriebsmittel nach Umstellung von 2 auf 3 Zonen nach Ex-RL 07/2000; E2; S. 66

Aus Bild 3.3 ergibt sich für die Praxis:

**Da für die alte Zone 10 nur Betriebsmittel der MSR (also z.B. keine Elektromotoren) zertifiziert wurden und da alte Betriebsmittel der Zone 11 nicht in Zone 21 weiterverwendet werden dürfen, besteht erheblicher Neubedarf an Elektromotoren für die Zone 21.**

#### 4 Staub-Zündschutzarten

Die Tabelle 4.1 zeigt die derzeitigen Planungen. Die Ausführungen in dieser Abhandlung beziehen sich vorwiegend auf den »Staubexplosionsschutz durch Gehäuse tD«, für den die Normungsarbeit am weitesten fortgeschritten ist und der bei elektrischen Maschinen überwiegend zur Anwendung kommt.

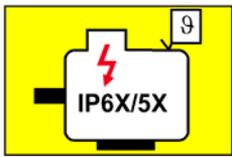
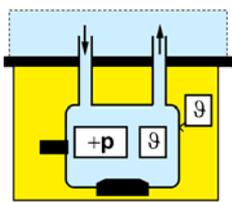
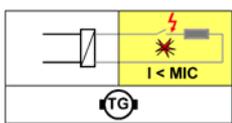
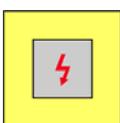
Sym- bol	Prinzip	Zündschutzart	Künftiger Stand bei IEC	Stand bei CLC
tD		<b>IP-Gehäuse und Temperaturbegrenzung</b> (tightness and temperature control)	IEC 61241-0 IEC 61241-1	EN 50281-1-1 prEN 61241-0 prEN 61241-1 Okt. 2002
pD		<b>Überdruckkapselung</b> (pressuration)	IEC 61241-4	prEN 61241-4 April 2004
iD		<b>Eigensicherheit</b> (intrinsic safety)	IEC 61241-11	prEN 61241-11 2004
mD		<b>Vergusskapselung</b> (moulded compound)	IEC 61241-18	prEN 61241-18 Sept. 2002 (VDE 0170/0171 Teil 15-18)

Tabelle 4 Staub-Zündschutzarten nach dem geplante Stand der Normung

## 5 Anforderungen bei Elektromotoren für Zone 21

Die Zusammenfassung in Bild 5 zeigt nur die wichtigsten Abweichungen von der Grundauführung; sie kann das Studium der Normen nicht ersetzen.

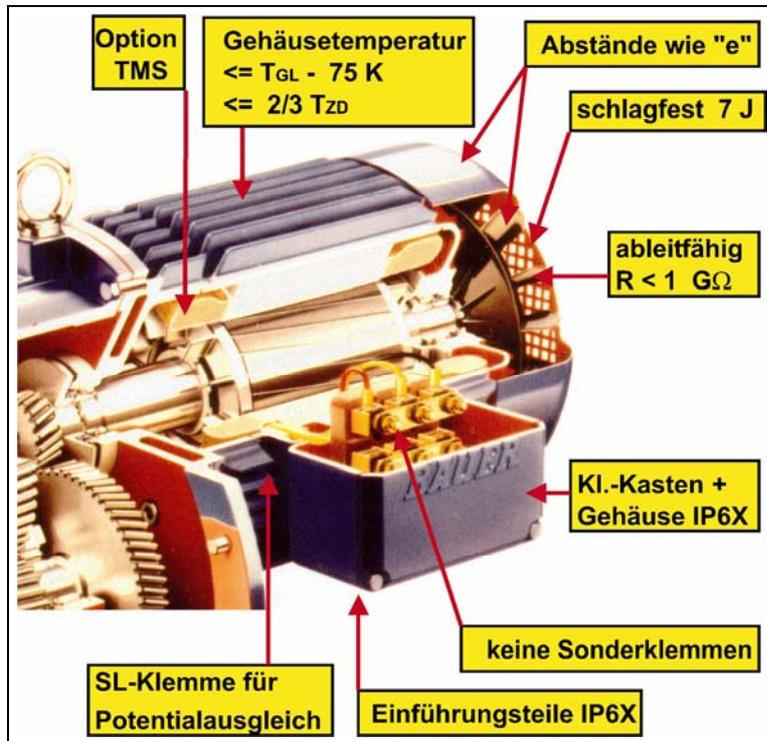


Bild 5  
Grundanforderungen an elektrische Maschinen der Zündschutzart "tD" zur Verwendung in Zone 21

### 5.1 Prüfung der Staubdichtheit

Die Elektromotoren müssen so aufgebaut sein, dass in ihr Inneres kein Staub eindringen kann. Diese Anforderung wird erfüllt, wenn die Betriebsmittel der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.

In einer Anordnung nach Bild 5.1 wird Talkumpuder mit einer Korngröße bis zu etwa  $75\text{ }\mu\text{m}$  in einer geschlossenen Prüfkammer umgewirbelt und in Schwebelage gehalten. Die Staubdichte ist nicht ausdrücklich festgelegt; sie beträgt unter den genormten Bedingungen etwa  $50\text{ g/m}^3$ .

Aus dem Innern des Prüflings wird mit einem Druck von bis zu  $-20\text{ mbar}$  (Unterdruck) in 2 Stunden das 80- bis 120fache freie Luftvolumen abgesaugt. Wird innerhalb 2 Stunden das 80fache Volumen des Prüflings nicht abgesaugt, so ist die Prüfung bis max. 8 Stunden fortzusetzen.

Der Talkumpuder darf sich nicht in solchen Mengen oder an solchen Stellen abgelagert haben, dass – mit irgend einer anderen Art von Staub – die korrekte Arbeitsweise des Betriebsmittels oder die Sicherheit beeinträchtigt wäre.

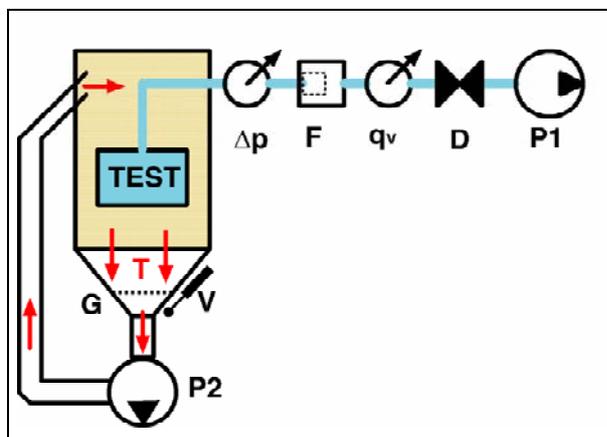


Bild 5.1  
Prinzip der Staubschutzprüfung nach EN 60529

- |            |  |
|------------|--|
| TEST       | - Prüfling   |
| T          | - Talkumpuder max. $75\text{ }\mu\text{m}$ ( $2\text{ kg/m}^3$ Kammer) |
| P2         | - Staubumlaufpumpe   |
| V          | - Vibrator zum Lösen abgesetzten Staubes                               |
| G          | - Schutzgitter   |
| P1         | - Vakuumpumpe  |
| $\Delta p$ | - Unterdruckmesser (max. $-20\text{ mbar}$ )                           |
| F          | - Filter   |
| $q_v$      | - Luft-Volumenstrom (max. $60\text{ V}_{\text{Prüfling/h}}$ )          |
| D          | - Drossel  |

## 5.2 Außenbelüftung

Die Schutzart (IP) der Belüftungsöffnungen von Außenlüftern für drehende elektrische Maschinen mit Außenlüfter muss mindestens IP20 auf der Lufteintrittsseite / IP10 auf der Luftaustrittsseite nach EN 60034-5 sein. Bei drehenden elektrischen Maschinen mit senkrechter Welle muss das Hineinfallen von Fremdkörpern in die Belüftungsöffnungen verhindert sein. Lüfter, Lüfterschutzhäuben und Schutzgitter müssen so ausgeführt sein, dass die Bestimmungen der Stoßprüfung nach 23.4.3.1 von EN 50014 und die geforderten Ergebnisse nach 23.4.3.3 von EN 50014 eingehalten werden. Der Oberflächenwiderstand darf  $10^9 \Omega$  (1 G $\Omega$ ) nicht übersteigen.

Bei normalem Betrieb müssen die Abstände, einschließlich der konstruktionsbedingten Toleranzen, zwischen einem Außenlüfter, seiner Schutzhaube, den Schutzgittern und ihren Befestigungsteilen mindestens 1/100 des größten Lüfterdurchmessers sein, mit der Ausnahme, dass der Abstand nicht mehr als 5 mm betragen muss und auf 1 mm reduziert sein darf, wenn die sich gegenüberstehenden Teile in maßhaltiger Genauigkeit und Stabilität gefertigt sind. In keinem Fall darf der Abstand 1 mm unterschreiten.

Unabhängig von der Geschwindigkeit des Lüfters, müssen Lüfter und benachbarte Bauteile (Haube, Schutzgitter) elektrostatisch leitfähig sein, ihr Oberflächenwiderstand darf also 1 G $\Omega$  nicht übersteigen. Diese Anforderung gilt für Motoren der Zonen 21 und 22. **Wegen der bei Staub erhöhten Gefahr der elektrostatischen Aufladung ist diese Anforderung gegenüber der Zündschutzart "e" verschärft:** Dort wird die elektrostatische Leitfähigkeit erst bei Umfangsgeschwindigkeiten > 50 m/s gefordert.

## 5.3 Oberflächentemperatur des Gehäuses

Die thermischen Prüfungen sind bei den Bemessungsdaten des elektrischen Betriebsmittels und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 10 °C und 40 °C mit der Bemessungsspannung nach EN 60034-1 durchzuführen. Bei der Prüfung sind die ungünstigsten Bedingungen einschließlich Überlast und bekannten besonderen Bedingungen anzuwenden – zum Beispiel Betrieb am Frequenzumrichter oder mit hoher Schalzhäufigkeit. Die Oberflächentemperatur ist bei der bestimmungsgemäßen Gebrauchslage des Motors zu messen.

Die Prüfung erfolgt ohne Staubauflage auf dem Gehäuse. Die bei der Prüfung gemessene Oberflächentemperatur wird linear umgewertet auf eine Umgebungstemperatur von 40 °C und als "Maximale Oberflächentemperatur T des Gehäuses" bezeichnet.

Die Oberflächentemperatur darf nicht so hoch sein, dass aufgewirbelter Staub oder auf den Betriebsmitteln abgelagerter Staub gezündet werden kann. Dazu müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die Oberflächentemperatur darf **2/3 der Zündtemperatur** in °C des jeweiligen Staub-Luft-Gemisches nicht überschreiten.
- An Flächen, auf denen eine gefährliche Ablagerung glimmfähigen Staubes nicht wirksam verhindert ist, darf die Oberflächentemperatur die um **75 K verminderte Glimmtemperatur** des jeweiligen Staubes nicht überschreiten. Bei Schichtdicken über 5 mm ist eine weitere Herabsetzung der Temperatur der Oberfläche erforderlich.
- Maßgeblich ist der niedrigere der ermittelten Werte.

## 5.4 Pauschale Baumusterprüfbescheinigung mit thermischem Motorschutz (TMS)

Der Buchstabe "t" im Kurzzeichen der Zündschutzart "tD" ist abgeleitet von "tightness and temperature control of the enclosure". Er signalisiert die beiden wichtigsten Säulen des Prinzips der Zündschutzart (Bild 5.4).

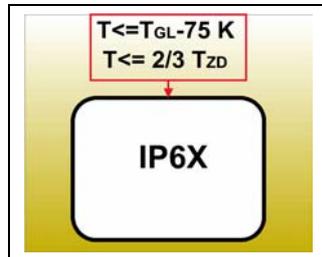


Bild 5.4  
Grundsätzliche Anforderungen an metallische Gehäuse der Zündschutzart "tD"

- $T$  - Maximal zulässige Oberflächentemperatur des Gehäuses  
 $T_{GL}$  - Glimmtemperatur des Staubes  
 $T_{ZD}$  - Zündtemperatur des Staubes

Die **Dichtheit** des Gehäuses wird von der benannten Stelle im Rahmen der Baumusterprüfung nach den in Abschnitt 5.1 beschriebenen Kriterien geprüft. Der Hersteller muss durch entsprechende Maßnahmen der Qualitätssicherung dafür sorgen, dass jedes einzelne Stück der Fertigung dem Prüfmuster entspricht.

Zur Einhaltung der **Temperaturgrenze** im Normalbetrieb an fester Frequenz und bei blockiertem Läufer bieten sich zwei alternative Möglichkeiten an:

- Hersteller und/oder benannte Stelle prüfen und dokumentieren die festgelegten Bemessungsdaten. Für den Überlastungsschutz sorgt ein richtig ausgewähltes und eingestelltes **stromabhängiges Bi-Metall-Relais**.
- Der Hersteller und/oder benannte Stelle prüfen und dokumentieren die Wirksamkeit einer richtig ausgewählten **thermischen Motorschutzeinrichtung** (z.B. unter Verwendung von PTC-Thermistoren im Wickelkopf). Entscheidend ist die Einhaltung der Grenztemperatur an der Gehäuseoberfläche. Bei dieser Methode kann die jeweilige Motorauslegung flexibel gestaltet werden – zum Beispiel Betrieb am Umrichter, Polumschaltung oder hohe Schalzhäufigkeit.

Die zweite Möglichkeit mit einer "pauschalen" Zertifizierung der Zündschutzart "tD" bietet eine erhöhte Flexibilität bei der Auswahl und Auslegung der Antriebe.

Die **nominale** Schildangabe für die Oberflächentemperatur " $T < 160 \text{ °C}$ " nach Abschnitt 6.3 wurde bewusst hoch gewählt, um allen denkbaren Sonderauslegungen und Überlastungsfällen Rechnung zu tragen.

Die tatsächliche Oberflächentemperatur liegt erheblich niedriger, z. B. bei  $125 \text{ °C}$ .

Die so gekennzeichneten Motoren sind nach den Temperaturregeln in Abschnitt 5.3 geeignet für Stäube mit

Glimmtemperaturen  $> 235 \text{ °C}$

Zündtemperaturen  $> 240 \text{ °C}$ ;

also für alle üblichen Staubarten (vgl. z. B. Tabelle 2.1).

In der EG-Baumusterprüfbescheinigung BVS 04 ATEX E 128 (Abschnitt 8) heißt es zu diesem Thema: "In der vollständigen Kennzeichnung werden die Punkte durch Angabe der höchsten Oberflächentemperatur (120 bis  $160 \text{ °C}$ ) ersetzt."

## 6 Explosionsschutz beim Getriebe

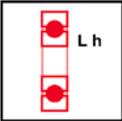
Bei der Explosionsstatistik in staubexplosionsgefährdeten Bereichen **überwiegen weitaus** die **mechanisch bedingten Zündanlässe** gegenüber den elektrischen Ursachen (vgl. Bild 1.3).

### 6.1 Normen für die Zündschutzarten nichtelektrischer Geräte

Die derzeit im teilweise noch Entwurfstadium befindliche Normenreihe **EN 13463 "Nichtelektrische Geräte zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen"** sieht folgende Zündschutzarten vor:

Teil	Untertitel
- 1	Grundlagen und Anforderungen
- 2	Schwadenhemmende Kapselung "fr"
- 3	Druckfeste Kapselung "d"
- 4	Eigensicherheit "i"
- 5	Konstruktive Sicherheit (sichere Bauweise)"c"
- 6	Zündquellenüberwachung "b"
- 7	Überdruckkapselung "p"
- 8	Flüssigkeitskapselung "k".

Aus dieser Reihe werden i.A. für Untersetzungsgetriebe verwendet:

Teil	Symbol	Zündschutzart	Prinzipschema
- 5	c	Konstruktive Sicherheit	
- 8	k	Flüssigkeitskapselung	

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

Die Hersteller von Getriebemotoren haben überwiegend und übereinstimmend bei der Bewertung der von einem Getriebe ausgehenden Zündgefahren von dieser Zündschutzart Gebrauch gemacht, die in der Norm wie folgt definiert ist:

**"Eine Zündschutzart, bei der konstruktive Maßnahmen angewendet werden, um gegen die Möglichkeit einer von bewegten Teilen erzeugten Zündung durch heiße Oberflächen, Funken und adiabatische Kompression zu schützen."**

Zusätzlich wird die **Zündschutzart "k"** angewandt. Aus deren 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 genannt:

**Ölgefüllte Getriebegehäuse.**

## 6.2 Konformitätsbewertung bei Getrieben

Die von einem nichtelektrischen Gerät ausgehenden Zündgefahren sind zu bewerten und zu dokumentieren. Je nach Kategorie (Zone) wird dabei der Hersteller und/oder eine benannte Stelle tätig – siehe Kasten:

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

## 6.3 Kennzeichnung

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

<b>BAUER</b> geared motors	
Danfoss Bauer GmbH D-73734 Esslingen GETRIEBE / REDUCER / REDUCTEUR	<b>CE</b>
<b>No</b>	<b>A /</b>
Type	
⊕ II 2 G c k II T / ⊕ II 2 D c k T < 160 °C / EN 13463-1/ -5/ -8	
<b>Reduction i</b>	
max. n <sub>1</sub>	/min
max. M <sub>2</sub>	Nm
max. P	kW
BF/SF f <sub>B</sub>	

Bild 6.3

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 <b>Gas</b>
c	Zündschutzart "konstruktive Sicherheit c"
k	Zündschutzart "Flüssigkeitskapselung k"
II	Explosionsgruppe
T..	Temperaturklasse T3 oder T4 je nach Einzelfall
D	Bereiche mit brennbarem <b>Staub</b>
T < 160 °C	maximale Oberflächentemperatur
EN	bei der Bewertung der Zündgefahren berücksichtigte Normen

## 7 Konformitätserklärungen

### Für den Motor:



**EG-Konformitätserklärung**  
nach ATEX-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95)  
für staubexplosionsgeschützte Drehstrommotoren D.XC  
der Zündschutzart "D" für Zone 21

B 320.1100-13 Stand: 06/04 EE-grief  
File : KonfEM\_ATEX\_01\_Z21\_B320\_1100\_13\_DE.doc

**Drehstrom-Käfigläufermotoren der Baureihen**  
D.XC04, D.XC05, D.XC06, D.XC07, D.XC08, D.XC09, D.XC11, D.XC13, D.XC16, D.XC18  
in Zündschutzart II 2D Ex tD A21 IP6X T < 160 °C nach prEN 61241-0 und prEN 61241-1  
oder Zündschutzart II 2D IP6X T < 160 °C nach EN 50281-1-1  
wahlweise mit angebautem Geber oder Rücklaufsperr

entsprechen den Anforderungen der folgenden Europäischen Richtlinie(n) in ihrer aktualisierten Fassung  
**94/9/EG**  
Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der  
Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in  
explosionsgefährdeten Bereichen;

nachgewiesen durch die EG-Baumusterprüfbescheinigung der benannten Stelle EXAM BBG(0156)  
**BVS 04 ATEX E 128**  
und durch die Einhaltung folgender Normen und Bestimmungen für  
"Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub"  
EN 50281-1-1 Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse; Konstruktion und Prüfung  
EN 61241-0 Allgemeine Anforderungen (z.Zt. Entwurf)  
EN 61241-1 Schutz durch Gehäuse "D" (z.Zt. Entwurf)

**Hinweise:**  
Die maximale Oberflächentemperatur (bezogen auf eine Umgebungstemperatur von 40 °C) liegt unter 160 °C.  
Die Antriebe sind damit geeignet für Bereiche mit allen üblichen Stäuben der  
Zündtemperatur > 240 °C  
Glimmtemperatur > 235 °C, bezogen auf eine Schichtdicke von max. 5 mm.

**Umrücker zur Aufstellung ausserhalb des explosionsgefährdeten Bereichs:**  
Frequenzumrichter der Danfoss VLT Serie 2800; 5000; 6000; FCD300; FC300

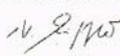
Beim Einsatz von Frequenzumrichtern anderer Hersteller sind die Anforderungen nach der BAUER-Betriebsanleitung 170 04 zu beachten.

Vom Errichter und Betreiber sind die Errichtungsbestimmungen EN 50281-1-2 bzw. EN 61241-14 (z.Zt. Entwurf) zu beachten; z. B.  
 Bei Netzbetrieb und bei Umrückerbetrieb sind die im Motor eingebauten Thermistoren zusammen mit einem funktionsgeprüften  
Auslösegerät als Alarmschutz zu verwenden  
 Einführungsteile müssen zum Schutz gegen Staubeintritt mindestens dem Schutzgrad IP6X nach EN 60529 entsprechen.

Die Sicherheitshinweise der mitgelieferten Produktdokumentation (z. B. Betriebsanleitung) sind zu beachten.

Esslingen, Datum der Erstausgabe 21.06.2004

Danfoss Bauer GmbH

  
i.V. Dipl.-Ing. Eiffler  
(Leiter EE)

  
i.V. Dipl.-Ing. Fuchs  
(Leiter QW)

Diese Erklärung beinhaltet keine Zusicherung von Eigenschaften im Sinne der Produkthaftung.

**Danfoss Bauer GmbH**  
Postfach 10 02 08  
D-73726 Esslingen  
Eberhard-Bauer-Str. 36-60  
D-73734 Esslingen  
Telefon: (0711) 35 18 0  
Telefax: (0711) 35 18 381  
e-mail: info@danfoss-bauer.de  
Homepage: www.danfoss-bauer.de



### Für das Getriebe:



**EG-Konformitätserklärung**  
nach ATEX-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95)  
für Getriebe der Zündschutzarten "c" und "k"

B 000.1200-01 Stand: 11/03 EE-grief  
File : KonfEM\_ATEX\_01\_B000\_1200\_01\_DE.doc (ersetzt Exr\_Konfaktl\_DE)

**Die Getriebe der Baureihen BG, BF, BK, BS, BM**  
entsprechen den Anforderungen der folgenden Europäischen Richtlinie(n) in ihrer aktualisierten Fassung  
**94/9/EG**  
Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der  
Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in  
explosionsgefährdeten Bereichen;

nachgewiesen durch die Einhaltung folgender Normen und Bestimmungen:  
**Bewertung der Zündgefahr** (hinterlegt bei der benannten Stelle PTB, Kenn-Nr. 0102) nach:  
EN 1127 Explosionsschutz; Grundlagen und Methodik  
EN 13463 Nichtelektrische Geräte zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen  
EN 13463-1 Grundlagen  
EN 13463-5 Konstruktive Sicherheit "c"  
EN 13463-8 Flüssigkeitskapselung "k"

**Hinweise:**  
Getriebe mit der Kennzeichnung  II 2G c k II T3 / II 2D c k T<160°C / EN 13463-1/-5/-8  
dürfen verwendet werden bei Gefahr durch:  
 **Gasexplosionen** in Zonen 1 und 2 (Kategorien 2 und 3), Temperaturklasse T3  
Auswahl von Leistung, Eintriebsdrehzahl und Aufstellung nach Festlegung des Danfoss Bauer Fachpersonals  
 **Staubexplosionen** in Zonen 21 und 22 (Kategorien 2 und 3), Zünd- oder Glimmtemperatur > 240 °C  
für alle 1stermäßigen Aufstellungen und Eintriebsdrehzahlen bis 3000 r/min  
 **Explosionen in diesen Zonen durch hybride Gemische** aus explosionsfähigem Gas und brennbarem Staub, sofern  
die für eine Zündung maßgebenden Kennwerte des Gemisches (z. B. die Zündtemperatur) nicht ungünstiger sind als  
die Kennwerte für die Komponenten des Gemisches.

Für den Motorteil von Getriebemotoren gilt eine getrennte Konformitätserklärung.  
Die Sicherheitshinweise der mitgelieferten Produktdokumentation (z. B. Betriebsanleitung) sind zu beachten.

Esslingen, Datum der Erstausgabe 06.03.2003

Danfoss Bauer GmbH

  
i.V. Dipl.-Ing. Kübler  
(Leiter ME)

  
i.V. Dipl.-Ing. Fuchs  
(Leiter QW)

Für Bereiche mit Gasen der **Temperaturklasse T4** wurde die Eignung für folgende Parameter überprüft:  
Getriebe mit der Kennzeichnung  II 2G c k II T4 / II 2D c k T<135°C / EN 13463-1/-5/-8  
Typ: Artikelnummer:  
Nennleistung: (kW)  
max. Eintriebsdrehzahl: (r/min)  
Aufstellung:  
Sonstige Bedingungen: Danfoss Bauer GmbH  
Autorisierte interne Stelle

Diese Erklärung beinhaltet keine Zusicherung von Eigenschaften im Sinne der Produkthaftung.

**Danfoss Bauer GmbH**  
Postfach 10 02 08  
D-73726 Esslingen  
Eberhard-Bauer-Str. 36-60  
D-73734 Esslingen  
Telefon: (0711) 35 18 0  
Telefax: (0711) 35 18 381  
e-mail: info@danfoss-bauer.de  
Homepage: www.danfoss-bauer.de



Erstellungsort und Gerichtsstand: 73734 Esslingen Sitz: Esslingen-Neckar Registriergesch: Amtsgericht Esslingen HRB 3759  
Ust-IdNr.: DE912722413 Geschäftsführer: Karsten Mitz



## EG-Baumusterprüfbescheinigung

- Richtlinie 94/9/EG -

Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung  
in explosionsgefährdeten Bereichen

**BVS 04 ATEX E 128**

- (4) **Gerät:** Drehstrom-Motoren Typ.../ D \*\* XC \*\* \*A\*\* - TX-\*
- (5) **Hersteller:** Danfoss Bauer GmbH
- (6) **Anschrift:** D - 73734 Esslingen
- (7) Die Bauart dieses Gerätes sowie die verschiedenen zulässigen Ausführungen sind in der Anlage zu dieser Baumusterprüfbescheinigung festgelegt.
- (8) Die Zertifizierungsstelle der EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH, benannte Stelle Nr. 0158 gemäß Artikel 9 der Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994, bescheinigt, dass das Gerät die 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 erfüllt.  
Die Ergebnisse der Prüfung sind in dem Prüfprotokoll BVS PP 04.2088 EG niedergelegt.
- (9) Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen werden erfüllt durch Übereinstimmung mit
- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| EN 50281-1-1:1998 +A1 | Staubexplosionsschutz    |
| prEN 61241-0:2002     | Allgemeine Anforderungen |
| prEN 61241-1:2002     | Schutz durch Gehäuse "tD |
- (10) Falls das Zeichen „X“ hinter der Bescheinigungsnummer steht, wird in der Anlage zu dieser Bescheinigung auf besondere Bedingungen für die sichere Anwendung des Gerätes hingewiesen.
- (11) Diese EG-Baumusterprüfbescheinigung bezieht sich nur auf die Konzeption und die Baumusterprüfung des beschriebenen Gerätes in Übereinstimmung mit der Richtlinie 94/9/EG.  
Für Herstellung und Inverkehrbringen des Gerätes sind weitere Anforderungen der Richtlinie zu erfüllen, die nicht durch diese Bescheinigung abgedeckt sind.
- (12) Die Kennzeichnung des Gerätes muss die folgenden Angaben enthalten:



**II 2D IP6x T ... °C \* bzw.  
II 2D Ex tD A21 IP6x T ... °C\***

\* In der vollständigen Kennzeichnung werden die Punkte durch Angabe der höchsten Oberflächentemperatur (120 bis 160 °C) ersetzt.

**EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH**

Bochum, den 02. Juni 2004

Zertifizierungsstelle

Fachbereich

## 9 Verfahren (Praxis) A und B

Beim Beginn der IEC-Normenarbeit zum Staubexplosionsschutz (etwa 1980) konnten die nordamerikanischen Fachleute auf eine damals schon 50jährige Erfahrung mit der UL-Norm 674 verweisen; daher mussten in der Erstausgabe der IEC 1241-1-1:1993 noch zwei als sicherheitstechnisch gleichwertige eingestufte, jedoch grundsätzlich unterschiedliche "Verfahren" (Practice) genormt werden (Tabelle 9.1).

	Praxis A	Praxis B
Basis-Normen	EN 1127 EN 60529	UL 674 CSA C 222 No. 145
Staubauflage bei der Temperaturprüfung	ohne	mit
Glimmtemperatur bezogen auf Schichthöhe	5 mm	12.5 mm (½ Zoll)
Kriterien für die Dichtheit	IP6X / IP5X	Spaltweite am Dichtspalt
Konstruktive Festlegungen	keine	spezielle

Tabelle 9.1 Vergleichswerte für die Verfahren A und B nach IEC und EN 61241-1

Die Spaltdichtungen beim Verfahren B sind mit dem Konstruktionsprinzip der druckfesten Kapselung vergleichbar, ohne dass sie allerdings auf eine Vermeidung des Zünddurchschlags (Explosionsunterdrückung) zielen oder geprüft werden (Bild 9.2).

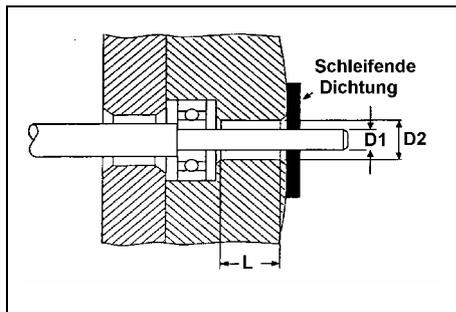


Bild 9.2  
Wellenspalt beim Verfahren B nach IEC und EN 61241-1  
Bild in Anlehnung an das Original in der Norm  
Vergleich zur druckfesten Kapselung

Vergleich bei Spalllänge L	12,5 mm	38,5/40 mm
Spaltweite D2-D1 bei Verfahren B	0,26 mm	0,57 mm
Spaltweite bei EEx IIA d Volumen > 2 l und Wälzlager	0,30 mm	0,75 mm

Die Prüfung der Staabdichtheit und der Temperaturerhöhung erfolgt nach einem aufwändigen Verfahren, das mit den Bildern 9.3 und 9.4 angedeutet wird.



Bild 9.3  
Prüfung der Staabdichtheit durch 6 Zyklen  
Erwärmung/Abkühlung nach UL 674 und  
Verfahren B nach IEC und EN 60241-1

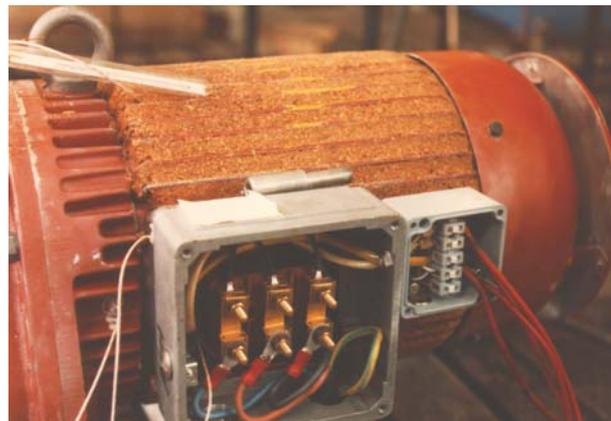


Bild 9.4  
Prüfung der Erwärmung mit Staubbedeckung auf  
der Oberseite bei verfahren B (dust blanket test)  
nach IEC und EN 61241-1

Bei der Übernahme der IEC 1241-1-1 als EN 50281-1-1 : 1998 wurde das Verfahren B eliminiert. Die neuen Normen für die Zündschutzart "tD" (IEC 61241-1 und EN 61241-1) wurden im Parallelverfahren zwischen IEC und CENELC erstellt und enthalten daher beide Verfahren A und B. Das angewendete Verfahren muss aus der Kennzeichnung ersichtlich sein; also z. B. in **II 2D Ex tD A21 IP6X T < 160 °C** durch den Kennbuchstaben "A" vor der Zonenbezeichnung "21".

Es bleibt abzuwarten, ob die Praxis A auch in Nordamerika akzeptiert wird. Sie wird in Europa und in den technisch von Europa beeinflussten Ländern die dominierende Lösung sein.

**Danfoss Bauer liefert nur Antriebe nach Verfahren A.**

## Literaturhinweise

- 1 Richtlinie 94/9/EC vom 23. März 1994  
zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen  
[www.europa.eu.int/comm/enterprise/atex](http://www.europa.eu.int/comm/enterprise/atex)
- 2 Richtlinie 1999/92/EG vom 16 Dezember 1999  
über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können  
[www.europa.eu.int/comm/enterprise/atex](http://www.europa.eu.int/comm/enterprise/atex)
- 3 Staubexplosionen (Nahrungsmittelstäube, Futtermittelstäube, Getreidestäube ;  
BG Nahrungsmittel und Gaststätten
- 4 Brenn- und Explosionskenngößen von Stäuben  
BIA-Report 12/97  
BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit)  
Herausgeber: HVBG (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften) St. Augustin
- 5 EX-RL  
Regeln BGR 104 (bislant ZH1/10) "Explosionsschutz-Regeln", Ausgabe 7.2000  
Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre  
Fachausschuss "Chemie" der BGZ