

5 Motoren in Zündschutzart *Überdruckkapselung* „p“

5.1 Allgemeines

Bei dieser Zündschutzart handelt es sich eigentlich um primäre Schutzmaßnahmen: Das Gehäuse des Geräts wird mit einem Zündschutzgas (z. B. Stickstoff, reine Luft) unter leichtem Überdruck gegenüber der umgebenden Atmosphäre gehalten. Damit kann das explosible Gasgemisch von außen nicht an die zündfähigen Teile im Innern der Maschine gelangen. Deshalb dürfen in solchen Gehäusen auch Geräte mit betriebsmäßigen Funken betrieben werden. Alle elektrischen Maschinen mit Schleifringen oder Kollektoren können auf diese Weise explosionsgeschützt ausgeführt werden.

Die verschiedenen Funktionsgruppen ein und derselben Maschine können grundsätzlich in *unterschiedlichen* Zündschutzarten gestaltet werden. Bild 7.10 zeigt als Ausführungsbeispiel einen großen Drehstrommotor mit Schleifringläufer, dessen Wicklungsteile in Zündschutzart Ex e ausgeführt sind, dessen Schleifringraum aber mit einem eigenen Gehäuse in Zündschutzart Ex p überdruckgekapselt ist.

Allerdings bietet die einheitliche Überdruckkapselung für die gesamte Maschine den Vorteil, dass die besondere Bewertung des Zündrisikos durch Funkenbildung im Betrieb entfällt. Diese Funkenbildung kann bei großen Leistungen und bei Hochspannungsmaschinen unter gewissen Bedingungen am Läufer und an der Ständerwicklung auftreten und muss bei Maschinen in den Zündschutzarten Ex e und Ex n durch besondere Maßnahmen unterdrückt werden (Kapitel 7 und 9).

Es sei an dieser Stelle nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Zündschutzarten Druckfeste Kapselung „d“, Erhöhte Sicherheit „e“ und Überdruckkapselung „p“ gleichwertig für den Explosionsschutz sind. Es gibt aber Anwendungsfälle, wo eine bestimmte Zündschutzart bevorzugt werden kann (Tabelle 3.2).

5.2 Zündschutzarten

Der Zündschutz „Überdruckkapselung“ wird in die drei Zündschutzarten **px**, **py** und **pz** unterteilt. Die Zuordnung erfolgt aufgrund des für die äußere explosionsfähige Atmosphäre erforderlichen Geräteschutzniveaus und danach, ob in dem Gehäuse innere Freisetzungen explosibler Atmosphäre möglich sind und weiter, ob das Betriebsmittel in dem überdruckgekapselten Gehäuse zündfähig ist (**Tabelle 5.1**).

Bei drehenden elektrischen Maschinen entstehen normalerweise keine inneren Freisetzungen; ihre inneren Teile können jedoch unter Umständen als Zündquellen wirken. Deshalb kommen für elektrische Maschinen praktisch nur die Zündschutzarten **Typ px** und **Typ pz** infrage.

Zündschutzart	Typ px	Typ py	Typ pz
Reduziert von Zone 1 auf nicht explosionsgefährdet	... Zone 1 auf Zone 2	... Zone 2 auf nicht explosionsgefährdet
Reduziert das für die äußere Gasatmosphäre erforderliche Geräteschutzniveau von Gb/Mb auf nicht explosionsgeschützt	... von Gb auf Gc	... von Gc auf nicht explosionsgeschützt
Gehäuse enthält zündfähiges Betriebsmittel?	ja	nein	ja
Für elektrische Maschinen geeignet?	ja	nein	ja

Tabelle 5.1 Bestimmung der Zündschutzart nach EN 60079-2 [11] für elektrische Geräte ohne innere Freisetzung

5.3 Baubestimmungen und Sicherheitseinrichtungen

Neben den allgemeinen Bestimmungen der EN 60079-0 [9]³ sind besondere Bedingungen einzuhalten. Diese sind in EN 60079-2 [11] festgelegt. Abhängig vom Typ der Zündschutzart sind bestimmte Konstruktionskriterien zu beachten, vor allem für die sichere Gestaltung des überdruckgekapselten Gehäuses. Man unterscheidet:

- **Überdruckkapselung mit Kompensation der Leckverluste**
Es wird ein Strom von Zündschutzgas zugeführt, der ausreicht, um alle eventuellen Leckverluste aus dem überdruckgekapselten Gehäuse und seinen Rohrleitungen zu kompensieren. Deshalb wird hier nur ein geringer Schutzgas-Volumenstrom benötigt.
- **Überdruckkapselung mit Verdünnung mit Zündschutzgas**
Nach der Vorspülung besteht eine ständige Versorgung mit einem Zündschutzgas. Dadurch wird die Konzentration einer brennbaren Substanz innerhalb des überdruckgekapselten Gehäuses für jede mögliche Zündquelle auf einem Wert gehalten, der außerhalb der Explosionsgrenzen liegt.

Für elektrische Maschinen ist die Überdruckkapselung mit Kompensation der Leckverluste die übliche und auch wirtschaftlichste Variante. Sie wird deshalb im Folgenden näher beschrieben.

Die Sondermaßnahmen dieser Zündschutzart, insbesondere

- das Durchspülen des Motorinnern vor Inbetriebnahme
- die Überwachung der Gaszufuhr bzw. des Überdrucks sowie das Einleiten der notwendigen Maßnahmen bei Unterbrechung oder Unregelmäßigkeiten der Gaszufuhr

³ Speziell dort enthaltene Anforderungen zur Vermeidung von Zirkulationsströmen bei mehrteiligen Gehäusen; siehe Abschnitt 7.11.2 dieser Schrift.

sind für die Herstellung des Motors selbst weniger einschneidend als bei anderen Zündschutzarten. Jedoch fordern die Vorspülung sowie die Druckhaltung einen relativ großen apparatemäßigen Aufwand, wobei alle dazu erforderlichen Geräte selbst wieder in einer geeigneten Zündschutzart explosionsgeschützt ausgeführt sein müssen, wenn sie nicht außerhalb des explosionsgefährdeten Raums aufgestellt werden können. Deshalb wird die Überdruckkapselung vorzugsweise bei großen Maschinen angewendet, wo sie gegenüber Maschinen in Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ und „Druckfeste Kapselung“ Vorteile bietet, und besonders bei Maschinen, die betriebsmäßig Funken erzeugen, wie Schleifringläufer-Motoren, Synchronmaschinen mit Schleifringregung oder Gleichstrommaschinen.

Die genannten Sicherheitseinrichtungen sollen unter anderem gewährleisten, dass vor dem Einschalten der Maschine das Gehäuse und die Rohrleitungen vorschriftsmäßig durchspült worden sind. Im Betrieb ist die Maschine durch Luftströmungs- oder Druckwächter und geeignete Verriegelungen so zu überwachen, dass sie bei Ausfall der Spülung oder bei Druckverlust abgeschaltet und ein Warnzeichen gegeben wird. **Bild 5.1** zeigt beispielhaft die Schutzeinrichtungen eines oberflächengekühlten Gleichstrommotors in Zündschutzart Ex p II, Überdruckkapselung mit Ausgleich der Leckverluste.

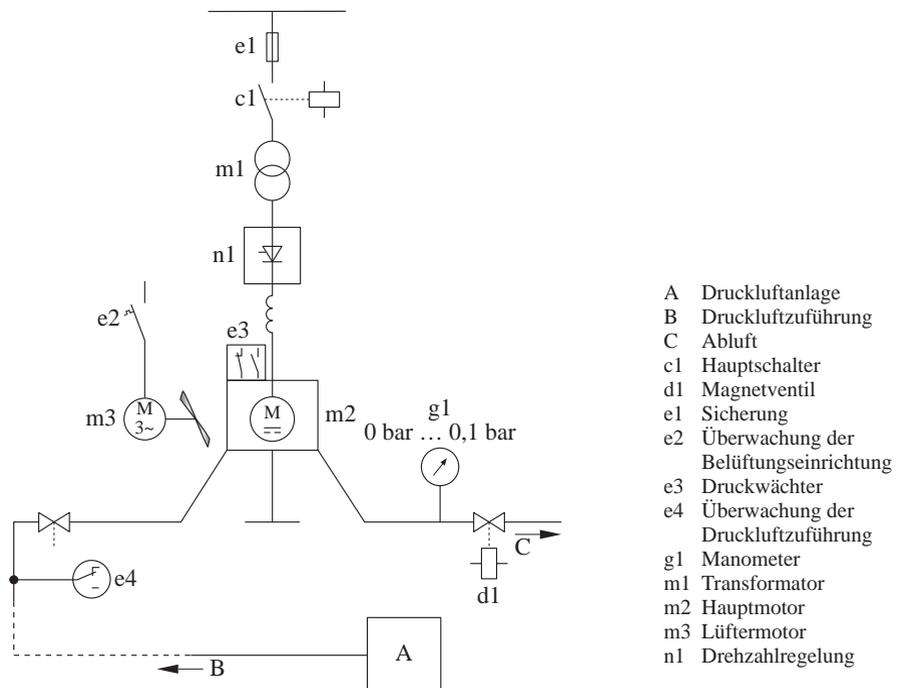


Bild 5.1 Schutzeinrichtungen eines oberflächengekühlten Gleichstrommotors, Zündschutzart Ex p II, Überdruckkapselung mit Ausgleich der Leckverluste (Quelle: ABB)

Die Installation dieser Geräte erfolgt bei Motoren in der Regel dadurch, dass fertige Einheiten von Steuerung und Ventilsätzen am Motor angebracht werden (**Bild 5.2**, **Bild 5.3**), die deshalb ebenfalls explosionsgeschützt ausgeführt werden müssen. Es sind folgende Einheiten und Funktionen in einem derartigen Gerät vereinigt:

- Steuergerät: Vorspülen, Überdruckkontrolle, Schutz bei Druckabfall
- Druckwächter: überwacht den Mindest-Überdruck im Gehäuse
- Magnetventil: dosiert den Inertgasstrom

Das Betriebsverhalten der Sicherheitseinrichtungen muss an jeder Einheit überprüft werden (Stückprüfung). EN 60079-2 [11] legt noch eine weitere Reihe von Bedingungen fest, die von den Sicherheitseinrichtungen bzw. deren Hersteller erfüllt werden müssen, wie Ablaufdiagramme, Grenzbedingungen, Toleranzen, Kennzeichnungen und andere.

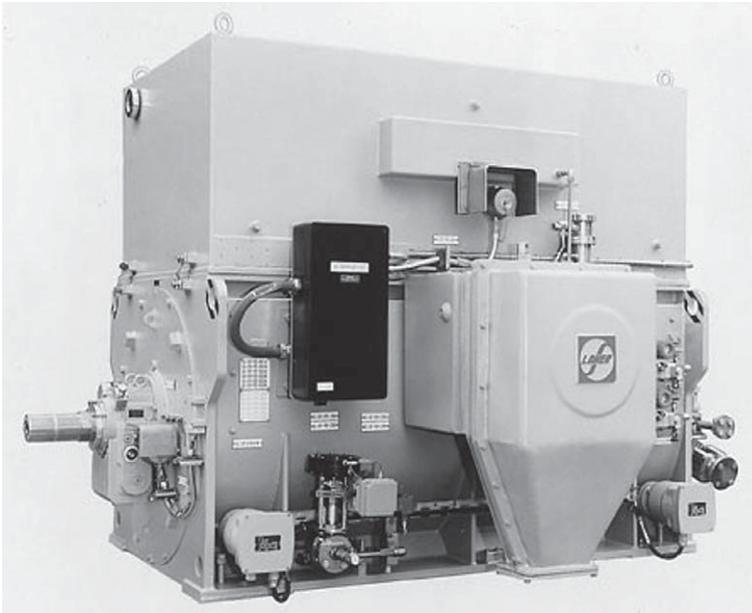


Bild 5.2 Ausführungsbeispiel eines Drehstrom-Käfigläufermotors für Hochspannung in Zündschutzart Ex bei II T3, 1 600 kW; 6 kV; 60 Hz; 3 600 min⁻¹, Kühllart IC 81W mit aufgebautem Luft-Wasser-Wärmetauscher

Motor: Überdruckkapselung „p“

Anschluss: Erhöhte Sicherheit „e“

Messkreise: Eigensicherheit „i“

Die Steuereinheiten für die Schutzgashaltung und die Überwachungseinrichtungen sind in einem eigenen Gehäuse zusammengefasst und direkt am Motor angebaut.

(Quelle: Loher)

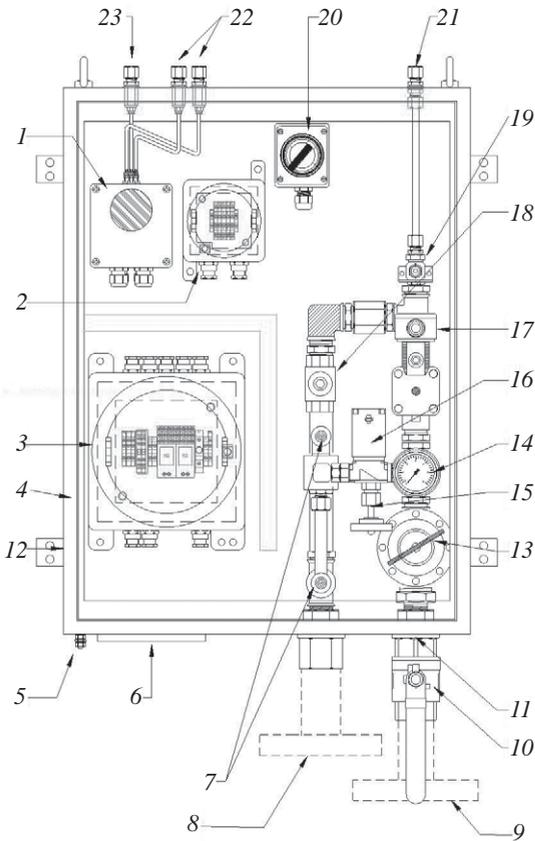


Bild 5.3 Innenansicht eines am Motor angebauten Steuergeräts (Ausführungsbeispiel).

Alle Geräte zur Steuerung und Überwachung der Gashaltung sind samt Kästen für den elektrischen Anschluss in einem eigenen Gehäuse zusammengefasst.

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | Steuereinheit F-351.P | 12 | Typenschild |
| 2 | Ex d-Gehäuse GUB | 13 | Druckregler |
| 3 | Ex d-Gehäuse GUB 02 | 14 | Manometer |
| 4 | Schutzgehäuse | 15 | manuelle Einstellventil-„Leckagekompensation“ |
| 5 | Erdungspunkt | 16 | Proportionalventil |
| 6 | Kabelplatte | 17 | Spülventil |
| 7 | Testanschlüsse „Differenzdruck“ | 18 | manuelles Einstellventil „Spülvolumen“ |
| 8 | Luftabgang zum Motor | 19 | Testanschluss-Steuerdruck |
| 9 | Absperrhahn | 20 | Ex e-Hauptschalter |
| 10 | Haupt-Luftventil | 21 | Anschluss: Steuerdruck Auslassventil |
| 11 | Kiemenblech oder
Druckausgleichselement IP55 | 22 | Anschluss: Differenzdruck A, B |
| | | 23 | Anschluss: Druck Motorgehäuse p_{\min} |

(Quelle: Bachmann)