

Inhaltsverzeichnis

Wichtige Abkürzungen	14
1 Physikalisch-chemische Grundlagen der Explosions-gefährdung	15
1.1 Explosion	15
1.2 Explosionsfähige Atmosphäre	16
1.3 Sicherheitstechnische Kennzahlen	16
1.3.1 Dichte	18
1.3.2 Gemischkonzentration	18
1.3.3 Flammpunkt	18
1.3.4 Zündbereich, Zündgrenzen	19
1.3.5 Reaktionsgeschwindigkeit, Explosionsdruck	20
1.4 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre	22
1.5 Explosionsfähige Staub-Luft-Gemische	23
1.6 Zündquellen	27
1.6.1 Wärmezündung, Zündtemperatur	28
1.6.2 Funkenzündung, Mindestzündenergie	31
1.6.3 Zündung durch elektrische Aufladung	33
1.6.4 Zündung durch Strahlung	33
1.6.5 Zündung durch adiabatische Kompression	35
1.6.6 Zündung durch chemische Reaktionen	35
1.7 Einteilung des explosionsgefährdeten Bereichs in Zonen	36
1.8 Explosionsschutz	44
1.8.1 Primärer Explosionsschutz	46
1.8.2 Zündschutzmaßnahmen	50
1.8.3 Konstruktive Maßnahmen, die die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken	52

2	Die Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ExeV) und ihre Anwendung in der Praxis	53
2.1	Allgemeines	53
2.2	Einführung	54
2.3	Montage, Installation und Betrieb elektrischer Betriebsmittel nach der ExeV	56
2.3.1	Geltungsbereich	56
2.3.2	Aufbau der ExeV	57
2.3.3	Grundsätze	58
2.3.4	Abweichungen	59
2.3.5	Prüfungen	59
2.3.6	Sachverständige	61
2.3.7	Betreiberpflichten	62
2.3.8	Behördliche Zuständigkeit	63
2.4	Beschaffenheitsanforderungen	63
2.4.1	Grundsätze	63
2.4.2	Regelungen zu elektrischen Betriebsmitteln in Ex-Bereichen	65
2.4.3	Elektrische Betriebsmittel und 11. GSGV	66
2.4.4	Elektrische Betriebsmittel und VbF	68
3	Elektrische Antriebe und ihre Schutzeinrichtungen	71
3.1	Allgemeines	71
3.2	Bestimmungen für Bauart und Prüfung	74
3.3	Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit e“	76
3.3.1	IP-Schutzart und Zündschutzart	76
3.3.2	Thermische Schutzmaßnahmen	77
3.3.3	Auslösekennlinie	80
3.3.4	Anzahl und Schaltung der Auslöser	83
3.3.5	Phasenausfallschutz	83
3.3.6	Thermischer Motorschutz	84
3.3.7	Isolationstechnische Schutzmaßnahmen	88
3.4	Zündschutzart „Druckfeste Kapselung d“	89

3.4.1	Schutzmaßnahmen gegen Zünddurchschlag	90
3.4.2	Thermische Schutzmaßnahmen	92
3.4.3	Anschlußtechnik	93
3.5	Zündschutzart „Überdruckkapselung p“	95
3.6	Wahl der Zündschutzart nach der Betriebsart	96
3.6.1	Grenzen der Stromüberwachung	97
3.6.2	Kurzzeit- oder Aussetzbetrieb (S2 oder S3)	98
3.6.3	Schaltbetrieb (S4, S5 oder S7)	98
3.6.4	Schweranlauf	99
3.6.5	Konsequenzen für die Wahl der Zündschutzart	100
3.7	Wahl der Zündschutzart nach dem Motorpreis	101
3.8	Mechanische Bremsung	102
3.9	Umrichtergespeiste Drehstromantriebe	105
3.9.1	Gründe für die Wahl der Drehzahlverstellung	105
3.9.2	Umrichterarten	107
3.9.3	Ausnutzung des Motors	108
3.9.4	Festlegungen in den Normen	109
3.9.5	Umrichterspeisung bei Zündschutzart d	110
3.9.6	Umrichterspeisung bei Zündschutzart e	112
3.9.7	Preisvergleich der Zündschutzarten e und d	113
3.9.8	Begrenzung der Spannungsspitzen	114
3.9.9	Luft- und Kriechstrecken	115
3.10	Welt-Normspannung 400 V nach IEC 38	116
3.10.1	Zulässige Spannungsschwankung für Elektromotoren	116
3.10.2	Neubeschaffung elektrischer Maschinen	118
3.10.3	Weiterbetrieb elektrischer Maschinen	120
3.10.4	Prüfkriterien für den Weiterbetrieb an 400 V	121
3.10.5	Vorentscheidung nach dem Leistungsfaktor	122
3.10.6	Funktion des Sachverständigen	123
3.11	Staubexplosionsschutz	125
3.11.1	Zoneneinteilung und Baumusterprüfbescheinigung	125

3.11.2 Grundsätze des Staubexplosionsschutzes	127
3.11.3 Staubschutzgrade	127
3.11.4 Maximal zulässige Oberflächentemperatur	130
3.11.5 Staubablagerungen und Einschüttung	131
4 Explosionsgeschützte Schaltgeräte und Schaltanlagen	137
4.1 Einleitung	137
4.2 Explosionsschutz	137
4.2.1 Gehäusekapselung	140
4.2.2 Komponentenkapselung	146
4.2.3 Einzelkontaktekapselung	149
4.2.4 Schaltgeräte und Schaltanlagen für Zone 2	150
4.3 Fabrikfertige Schaltgerätekombinationen (FSK)	150
4.3.1 Begrenzung von Störungen	151
4.3.2 Schaltanlagen für Be- und Verarbeitungsmaschinen	153
4.3.3 Eigensichere Stromkreise in Schaltanlagen	153
5 Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	155
5.1 Auswahl der Betriebsmittel	155
5.2 Vermeidung von Zündungen durch die Anwendung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	155
5.3 Potentialausgleich	156
5.4 Elektrische Anlage	157
5.4.1 Notabschaltung	159
5.4.2 Verlegung von Kabeln und Leitungen	159
5.4.3 Steckdosenstromkreise	166
5.4.4 Steckdosen für Reparatur und Instandhaltung	172
6 Beleuchtungsanlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	175
6.1 Anforderungen an die Beleuchtungsanlage	175
6.2 Lampen	179

6.3	Leuchten	181
6.3.1	Leuchtengehäuse	183
6.3.2	Lampenfassungen	184
6.3.3	Anschlußklemmen	187
6.3.4	Innenverdrahtung	187
6.3.5	Vorschaltgeräte	187
6.3.6	Reflektoren	189
6.3.7	Schalteinrichtungen	191
6.4	Leuchten der Zündschutzart e	191
6.5	Leuchten der Zündschutzart d	196
6.6	Leuchten der Zündschutzart p	200
6.7	Leuchten und Lampen für die Zone 2	201
6.8	Leuchten und Lampen für die Zonen 21 und 22	207
6.9	Leuchten und Lampen für die Zone 0	210
6.10	Leuchten und Lampen für die Zone 20	210
6.11	Sicherheitsbeleuchtung in explosionsgefährdeten Bereichen	211
6.11.1	Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege in Zone 1	212
6.11.2	Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege in Zone 2	214
6.11.3	Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege in den Zonen 21 und 22	215
6.11.4	Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung	216
6.11.5	Rettungszeichen-Leuchten in explosionsgefährdeten Bereichen	217
6.11.6	Bodennahe Sicherheitsleitsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen	218
6.12	Auswahl von Leuchten für explosionsgefährdete Bereiche .	221
7	Anforderungen an elektrische Anlagen mit eigen-sicheren Stromkreisen	223
7.1	Besonderheiten der Zündschutzart „Eigensicherheit“	223

7.2 DIN EN 50 020 / VDE 0170 / 0171 Teil 7 Zündschutzart	
„Eigensicherheit“	228
7.2.1 Definition der Zündschutzart „Eigensicherheit“.....	228
7.2.2 Definition des Fehlers.....	229
7.2.3 Kategorien der elektrischen Betriebsmittel	230
7.2.4 Eigensicherer Stromkreis	230
7.2.5 Sicherheitsbarrieren	233
7.2.6 Elektrische Grenzwerte eigensicherer Stromkreise ..	237
7.2.7 Zündgrenzkurven.....	238
7.2.8 Einfache elektrische Betriebsmittel	238
7.2.9 Grundsätzliche Beurteilungskriterien eigensicherer Stromkreise	239
7.3 DIN EN 50 039 / VDE 0170/0171 Teil 10 Zündschutzart	
„Eigensichere Systeme“	241
7.4 Errichtungsbestimmungen	242
7.4.1 Allgemeines	242
7.4.2 Europaweit gültige Errichtungsbestimmungen	242
7.4.3 Grundlegende deutsche Vorschriften.....	246
7.4.4 Erdung von Sicherheitsbarrieren	247
7.4.5 Verdrahtung von Europakarten	247
7.4.6 Instandhaltung eigensicherer Anlagen.....	250
7.5 Nachweis der Eigensicherheit	250
7.5.1 Nachweis der Eigensicherheit für einen einfachen Stromkreis	250
7.5.2 Rechnerischer Nachweis der Eigensicherheit für eine Zusammenschaltung	253
7.5.3 Nachweis für Zusammenschaltungen von Betriebsmitteln mit nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinien	259
8 Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung	261
8.1 Betrieb	261
8.1.1 Bedienen	261
8.1.2 Arbeiten.....	261

8.1.3 Sicherer Betrieb und ordnungsgemäßer Zustand	262
8.2 Instandhaltung	267
8.2.1 Allgemeines	267
8.2.2 Inspektion	269
8.2.3 Wartung	271
8.2.4 Neukonzeption	271
8.2.5 Instandhaltungsorganisation	272
8.2.6 Überprüfung	276
8.3 Instandsetzung	288
9 Instandsetzung elektrischer Maschinen	291
9.1 Ausfallursachen	291
9.2 Abgrenzung der Instandsetzungsarbeiten	293
9.2.1 Allgemeine Instandsetzungsarbeiten	293
9.2.2 Besondere Instandsetzungsarbeiten	294
9.2.3 Bewertung üblicher Instandsetzungsarbeiten	295
9.3 Zusatzschild und Prüfbescheinigung	298
9.4 Fallbeispiele bei Zündschutzart e	301
9.5 Fallbeispiele bei Zündschutzart d	309
Literaturverzeichnis	315
Register	327