

Inhaltsverzeichnis

1	Rechtliche Grundlagen	13
1.1	Historische Entwicklung von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien	13
1.2	Richtlinie 94/9/EG – Explosionsschutzverordnung.....	16
1.2.1	Die neue ATEX-Richtlinie 2014/34/EU	16
1.2.2	Anwendungsbereich	17
1.2.3	Begriffe.....	18
1.2.4	Grundlegende Sicherheitsanforderungen	19
1.2.5	EG-Konformitätserklärungen bzw. EU-Konformitäts- erklärung.....	20
1.2.6	EG-Baumusterprüfbescheinigungen und Zertifikate nach RL 94/9/EG.....	21
1.2.7	Konformitätsbewertungsverfahren.....	21
1.2.8	Konformitätsvermutung	25
1.2.9	Qualitätssicherungssystem	25
1.2.10	Inverkehrbringen/Bereitstellung auf dem Markt und Inbetriebsetzung	25
1.2.11	Zusammenhang europäischer und internationaler Dokumente.....	27
1.3	Die „neue“ Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)	28
1.3.1	Anwendungsbereich	28
1.3.2	Änderungen in der BetrSichV in Bezug auf Explosionsgefährdungen.....	30
1.3.3	BetrSichV und deren Explosionsgefährdungen gemäß Abschnitt 3, Prüfungen und Anforderungen (befähigte Person) – Anwendungsbereich und Ziele ...	31
1.3.4	Prüfaufzeichnungen und Prüfbescheinigungen.....	35
2	Grundlegendes zu Ex-Zonen	37
2.1	Explosionsschutz und Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).....	37
2.1.1	Mindestvorschriften für Ex-Bereiche	38
2.1.2	Koordinierungspflichten.....	40
2.2	Grundlagen zum Explosionsschutz	41
2.2.1	Risikobewertung/Risikoanalyse	42
2.2.2	Risikominderung.....	44
2.2.3	Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer explosionsgefährdeten Atmosphäre	46
2.2.4	Gefährdungsbeurteilungen gemäß TRBS 2152/ TRGS 721 für Ex-Bereiche und Tätigkeiten im Ex-Bereich	46
2.2.5	Beurteilungsmaßstäbe nach TRBS/TRGS.....	53
2.2.6	Gefährdungsbeurteilungen gemäß § 3 BetrSichV.....	53

2.3	Organisatorische Maßnahmen	55
2.3.1	Beschaffenheit von Arbeitsmitteln	55
2.3.2	Prüfung der Arbeitsmittel.....	55
2.4	Explosionsschutzmaßnahmen	56
2.4.1	Allgemeines und Abschnitt 3 BetrSichV – Zusätzliche Vorschriften für überwachungs- bedürftige Anlagen.....	57
2.4.2	Zugelassene Überwachungsstelle nach ProdsG und BetrSichV (Abschnitt 3).....	59
2.4.3	Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wieder- inbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen (§ 15 BetrSichV).....	60
2.4.4	Wiederkehrende Prüfung (§ 16 BetrSichV).....	64
2.4.5	Prüfaufzeichnungen und Prüfbescheinigungen (§ 17 BetrSichV).....	64
2.4.6	Anlagen mit Erlaubnispflicht (§ 18 BetrSichV).....	65
2.5	Zündquellenanalyse.....	65
3	Zündschutzarten.....	69
3.1	Zündschutzart „e“ (Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit) nach DIN EN 60079-7 (VDE 0170-6).....	75
3.2	Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“, Ex „d“ (IEC/EN 60079-1)	78
3.3	Zündschutzart „Eigensichere Stromkreise“, Ex „i“ (IEC/EN 60079-14)	82
3.3.1	Zugehörige Betriebsmittel	84
3.3.2	Schutzniveau (Kategorie) ia, ib, ic.....	85
3.3.2.1	Schutzniveau ia	85
3.3.2.2	Schutzniveau ib.....	86
3.3.2.3	Schutzniveau ic	86
3.3.2.4	Erdung eigensicherer Stromkreise	88
3.3.2.5	Schutzniveau ia, ib und Sicherheitsfaktoren	88
3.3.2.6	Kennzeichnung.....	89
3.4	Eigensichere Systeme	90
3.4.1	Nachweis der Eigensicherheit	92
3.4.2	Einfache eigensichere Stromkreise mit einer Quelle....	92
3.4.3	Eigensichere Stromkreise mit mehreren Quellen	94
3.4.4	Kabel, Leitungen und Anschlusssteile	96
3.4.5	Gefährdung durch unbeabsichtigtes Verbinden mehrerer eigensicherer Stromkreise	97
3.4.6	Gefährdung eigensicherer Stromkreise durch benachbarte nichteigensichere Stromkreise	97
3.4.7	Gefährdung eigensicherer Stromkreise durch unterschiedliche Erdpotentiale	99
3.4.8	Eigensicherheit und Blitz- und Überspannungs- schutz	100

3.5	Zündschutzart „Überdruckkapselung“, Ex „p“ (IEC/EN 60079-2)	101
3.6	Statische Überdruckkapselung	103
3.7	Sicherheitseinrichtungen (ausgenommen statische Überdruckkapselung).....	104
3.8	Überdruckkapselung der Betriebsarten „Ausgleich der Leckverluste“ und „ständige Durchspülung“	105
3.8.1	Innere Freisetzung brennbarer Substanzen	106
3.8.2	Überdruckgekapselte Installationen	106
3.9	Zündschutzart „Vergusskapselung“, Ex „m“ (IEC/EN 60079-18)	107
3.9.1	Schutzniveau ma oder mb oder mc.....	108
3.9.2	Zellen und Akkumulatoren in der Zündschutzart „m“	109
3.9.3	Verwendung und Einsatz von Geräten mit der Zündschutzart „m“	109
3.10	Zündschutzart „Flüssigkeitskapselung“ (Ölkapselung), Ex „o“ (IEC/EN 60079-6)	110
3.10.1	Allgemeine Anforderungen	111
3.10.2	Anforderungen beim Schutzniveau „ob“:.....	112
3.10.3	Anforderungen beim Schutzniveau „oc“:.....	112
3.10.4	Kennzeichnung von Geräten der Zündschutzart „o“	112
3.11	Zündschutzart „Sandkapselung“, Ex „q“ (IEC/EN 60079-5)	114
3.12	Zündschutzart „Vermeidung von Zündung“, Ex „n“ (IEC/EN 60079-15)	116
3.12.1	Handhabung, Ausführungen und Vorgehensweisen zur Zündschutzart „n“	118
3.12.2	Anforderungen an schwadensichere Geräte, Betriebsmittel und Einrichtungen mit der Zünd- schutzart „nR“	118
3.12.3	Beachtung bei der Verwendung von Conduit- Systemen.....	119
3.12.4	Leuchten in der Zündschutzart „nR“	120
3.12.5	Dokumentation und Kennzeichnung von Betriebs- mitteln mit der Zündschutzart „n“	121
3.13	Zündschutzart „Geräte-Staubexplosionsschutz durch Gehäuse“, Ex „t“ (IEC 60079-31).....	121
3.13.1	Maßnahmen und Funktionsprinzip	121
3.13.2	Geräteschutzniveau „ta“, „tb“ und „tc“	122
3.13.3	Kombination mehrerer Zündschutzarten	123
4	Staubexplosionsschutz.....	125
4.1	Einführung.....	125
4.2	Zündfähiger Staub	125
4.2.1	Allgemeines.....	125
4.2.2	Oberflächenvergrößerung bei Teilung eines Würfels	126

4.3	Unterschiede zwischen Störungen im Gas-Ex und Staub-Ex ...	127
4.4	Zoneneinteilung in Bereichen, in denen mit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre durch Staub zu rechnen ist	127
4.5	Mindestzündenergie.....	133
4.6	Mindestzündtemperatur/Glimmtemperatur einer Staubschicht	133
4.6.1	Mindestzündtemperatur einer Staubwolke.....	133
4.6.2	Oberflächentemperatur von Staubschichten bis 5 mm Dicke	134
4.7	Einteilung der brennbaren Stäube.....	135
4.7.1	Hybride Gemische	135
4.7.2	Mediendichte Kapselung.....	135
4.8	Ablagerungen von Stäuben und deren Gefahren.....	136
4.8.1	Staubschichten von 5 mm bis 50 mm Dicke	137
4.8.2	Staubschichten von übermäßiger Dicke	138
4.8.2.1	Projektieren, Auswählen und Errichten nach DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)	138
5	Schutzmaßnahmen bei elektrischen Betriebsmitteln.....	145
5.1	Grundlegendes und Allgemeines	145
5.2	Schutz durch Gehäuse	147
5.3	Kennzeichnung von Räumen und Bereichen aus Sicht der Betreiber nach BetrSichV.....	149
5.3.1	Kennzeichnungen von Betriebsmitteln und Geräten	150
5.3.2	Kennzeichnung und Aufteilung der Betriebsmittel in Gerätegruppen	152
5.3.3	Weitere Kennzeichnungselemente	152
5.4	Temperaturklassen	157
5.5	Die maximale Oberflächentemperatur eines Gerätes oder eines Betriebsmittels	157
5.6	Wesentliche und aussagekräftige Dokumentation/Explosionsschutzdokument.....	157
5.6.1	Inhalte einer Anlagendokumentation	158
5.6.2	Inhalte einer Gerätedokumentation	158
5.6.3	Dokumentation zur Installation	158
5.6.4	Explosionsschutzdokument	159
5.6.4.1	Benutzerinformationen	160
5.6.4.2	ATEX in Zusammenhang mit Installationen in explosionsgefährdeten Bereichen.....	162
5.6.4.3	Sicherheitsgerichtete Produkte gemäß DIN 31000 (VDE 1000).....	163
5.6.4.4	Betriebsmittel – Elektrische Maschinen mit sich drehenden Teilen.....	167
5.7	Motortechnik im Ex-Bereich.....	169

5.7.1	Motor-Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“, „e“	173
5.7.2	Grenz-Übertemperatur der Wicklung.....	173
5.7.3	Isolationstechnische Schutzmaßnahmen	175
5.7.4	Motor – Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“, „d“	175
5.7.5	Anschlusstechnik.....	176
5.7.6	Fehlfunktionen an elektrischen Maschinen.....	177
5.8	Umrichtergespeiste und betriebene Motoren	178
5.9	Elektrische Motoren und Maschinen mit der Zündschutzart „e“	180
5.10	Allgemeines zum Errichten.....	183
5.10.1	Elektrotechnik und ATEX	184
5.10.2	Dokumentation „Betriebsanleitung“	185
6	Beleuchtung	187
6.1	Beleuchtung und Leuchten in Ex-Bereichen	187
6.1.1	Auswahlkriterien für Leuchten	187
6.2	Not- und Sicherheitsbeleuchtung	190
6.3	Kompaktleuchten	192
6.4	Leuchten für Leuchtstofflampen.....	193
7	Verwendung von Steckern, Steckverbindern und Steckdosen	195
7.1	Steckverbindungen mit der Zündschutzart und dem Schutzniveau „eb“.....	195
7.2	Steckverbindungen mit dem Schutzniveau „ec“	196
8	Betreiben und Laden von Zellen und Batterien	197
9	Vermeiden von Funken als eventuelle Zündquelle	199
9.1	Betrachtung einer möglichen Funkenbildung bei der Wahl der Netzart	199
9.2	Potentialausgleich (PA) in explosionsgefährdeten Bereichen	203
9.3	Potentialausgleich an beweglichen Teilen, Betriebs- und Arbeitsmitteln.....	205
9.4	Anforderungen zur Vermeidung von elektrostatischen Zündgefahren.....	206
9.5	Abschalten von Stromkreisen in explosionsgefährdeten Bereichen	210
9.5.1	Freischalten elektrischer Stromkreise zum sicheren Arbeiten.....	211
9.5.2	Druckfest gekapselte Schaltgeräte	212
9.5.2.1	Gehäusekapselung	213
9.5.2.2	Komponentenkapselung	215
9.5.2.3	Einzelkontaktkapselung.....	217
9.5.3	Überdruckkapselung	218
9.6	Schaltgerätekombinationen (SGK).....	219
9.6.1	Eigensichere Stromkreise in Schaltanlagen.....	220

9.7	Kabel und Leitungsanlagen	220
9.7.1	Elektrische Verbindungen und Anschlusssteile für äußere Leiter	227
9.7.1.1	Feldseitige Verbindungen	228
9.7.1.2	Anschlüsse und Verbindungen mit Kabelschuhen oder Vergleichbarem	229
9.7.1.3	Anschluss und feste Hindernisse	230
9.7.2	Klemmen und Klemmenkästen.....	231
9.7.2.1	Besonderheiten.....	231
9.7.2.2	Techniken.....	231
9.7.2.3	Klemmen in der Zündschutzart „erhöhte Sicherheit“, Ex „e“	233
9.7.3	Zusätzliche Anforderungen an die Errichtung bei Kabel- und Leitungsanlagen zur Versorgung elek- trischer Betriebsmittel, Geräte und Einrichtungen ...	233
9.7.3.1	Kabel- und Leitungsanlagen zur Versorgung elek- trischer Geräte und Einrichtungen/Kabel- und Leitungseinführungen	234
9.7.3.2	Auswahl der Kabel und Leitungen	234
10	Betrieb und Instandhaltung von Installationen und Geräten im Ex-Bereich	237
10.1	Betrieb	237
10.2	Elektrische Schutzmaßnahmen	239
10.3	Explosionsschutz und SIL (Safety integrity Level).....	240
10.4	Störungsbegrenzung an Schaltgerätekombinationen und Geräten.....	241
10.5	Grundlagen der Instandsetzung/Instandhaltung von Installationen und Geräten im Ex-Bereich	243
10.5.1	Besondere Instandsetzungsarbeiten	245
10.5.2	Allgemeine gültige Anforderungen an Instand- setzungsarbeiten.....	246
10.5.3	Prüfen und Instandhaltung elektrischer Geräte und Installationen im explosionsgefährdeten Bereich	247
10.5.3.1	Arten von Prüfungen	248
10.5.3.2	Vorgehensweise – Prüfung von Motoren	257
10.5.3.3	Kenntnisse, Fachkunde und Kompetenzen von Personen	258
10.5.3.4	Arbeitsstellen mit eventuell auftretender explosionsgefährdender Atmosphäre	259
10.6	Wartung und Instandhaltung von Ex-Leuchten	261
11	Anhang	263
	Normen.....	284
	Stichwortverzeichnis	289

Stichwortverzeichnis

A

Abschalten 210
 Abschwächung 139
 Anlagen mit Erlaubnis-
 pflicht 65
 Anlagendokumentation
 158
 Anzugsmomente 228
 Arbeitserlaubnis 212
 Arbeitserlaubnisschein
 238
 Arbeitsstellen 259
 Arbeitsunterbrechung
 260
 ausführendes Personal
 258
 Austausch 139
 Auswählen 138

B

B-Normen 42
 Batterien 197
 Bauweisen 213
 befähigte Person 245
 Beleuchtung 187
 Beleuchtungsstärke 191
 Benutzerinformationen
 160
 Beschleunigungen 17
 bestimmungsgemäße
 Verwendung 18
 bestimmungsgemäßer
 Gebrauch 18
 Betreiber 19
 Betrieb 237
 Betriebsanleitung 19,
 185
 Beurteilungsmaßstäbe 53
 Blitzschutz 100
 Brandschottung 223
 Brandschutz 222
 Büschelentladung 209

C

C-Normen 42
 Conduit-Systeme 119

D

Dauergebrauchs-
 temperatur 107
 Detailprüfung 249
 Direktanschlusstechnik
 231
 Dispersionsgrad 46
 Dokumentation zur
 Installation 158
 Dokumentationsprüfung
 59
 Durchschlagsspannung
 209
 Durchspülung 101

E

Einzelkontaktkapselung
 213
 elektrische Maschinen
 167
 elektrische Verbindungen
 227
 Elektromotoren 169
 elektrostatische Zünd-
 gefahren 206
 elektrostatische Auf-
 ladungen 206
 EPL 153
 Errichten 138, 183
 Errichtungsbestimmungen
 95
 Erstprüfung 237, 249
 EU-Konformitätserklärung
 20
 Ex-Zonen-Plan 38
 explosionsfähige
 Atmosphäre 18
 Explosionsgrenzen 44

Explosionsgruppen 89,
 215

Explosionsschutz 41
 Explosionsschutz-
 maßnahmen 56

F

fachkundige Person mit
 leitender Funktion
 258
 Feinstäube 130
 feldseitige Verbindungen
 228
 fester Anschluss 228
 Feuerarbeiten 259
 Freigabeschein 238, 259
 Freischalten 211
 Freisetzungsgrad 50
 Freisetzungsquellen 50
 Funkenbildung 199
 Funktionserhalt 227
 Funktionskleinspannung
 200

G

gasdichtes Absperren
 260
 Gehäusekapselung 213
 Geräte 18
 Gerätedokumentation
 158
 Gerätegruppen 19
 Gerätekategorien 154
 Geräteschutzniveau 153
 Gleitstielbüschel-
 entladung 209
 Glimmtemperatur 122
 Grenzspaltweite 146
 Grundnorm 41
 Grundsätze 139

- H**
 Handleuchten 193
 Hersteller 17, 19, 197
 hybride Gemische 135
- I**
 Importeur 17
 Inbetriebnahmeprüfungen 163
 Induktivität 95
 Inertisierung 141
 innere Freisetzung 106
 Inspektion 243
 Installationsmaterial 199
 Instandhaltungsmaßnahmen 206
 Instandsetzung 243
 Inverkehrbringen 17
 IP-Schutzgrad 121
 IT-Netz 200
- K**
 Kabeleinführungen 119, 233
 Kabelschuhe 229
 Kapazität 95
 Kategorie 225
 Klemmen 231
 Klemmenkästen 231
 Kompaktleuchten 192
 Komponenten 18
 Komponentenkapselung 213
 Konformitätsbewertungsverfahren 21
 Konformitätsvermutung 25
 Konstruktionsteile 203
 konstruktiver Explosionsschutz 45
 Kontaktdruck 228
 Kontrolle 139
 Kurzschlusschutz 241
- L**
 Leckverluste 101
 Leiterquerschnitt 205
 Leitungseinführung 119
 Leitungseinführungen 233
- Leuchten** 187
Leuchtstofflampen 193
Lichtbogen 210
- M**
 Materialkombinationen 199
 Materialzusammensetzungen 199
 maximale Druckanstiegsrate 44
 maximaler Explosionsdruck 44
 mediendichte Kapselung 135
 Messprotokolle 248
 Mindestluftspalt 181
 Mindestquerschnitt 221
 Mindestvorschriften 38
 Mindestzündenergie 133
 Mindestzündstrom 146
 minimaler Flammpunkt 111
 Motorgrenztemperaturen 182
 Motortechnik 169
- N**
 Nahprüfung 249
 Netzart 200
 Netzsysteme 200
 nichteigensichere Stromkreise 97
 Notbeleuchtung 190
- O**
 obere Explosionsgrenze 44, 107
 Oberflächenvergrößerung 126
 OEG 107
 Ordnungsprüfung 59
 organisatorische Maßnahmen 55
- P**
 PA-Leiter 204
 PA-System 204
 PELV 200
- Potentialausgleich 203
 potentielle Zündquelle 202
 primärer Freisetzungsgrad 129
 Projektieren 138
 Prüfaufzeichnungen 35, 64
 Prüfberichte 248
 Prüfbescheinigungen 35, 64
 Prüfen 247
 Prüfintervall 34, 251
 Prüfkonzepte 251
 Prüfpläne 251
 Prüfspannung 96
 Prüfung der Arbeitsmittel 55
 Prüfung vor Inbetriebnahme 249
 Pumping Action 227
- Q**
 Qualifikation 34
 Qualitätssicherungssystem 25
- R**
 Risiko 240
 Risikoanalyse 42
 Risikobewertung 42
 Risikominderung 44
- S**
 Safety integrity Level 240
 Sandkapselung 115
 Sauerstoffkonzentration 44
 Schaltfrequenz 182
 Schaltgeräte 210
 Schnellanschlusstechnik 231
 Schraubanschlusstechnik 231
 Schutz durch Gehäuse 147
 Schutzgrad 152
 Schutzkleinspannung 200

- Schutzmaßnahmen 143
 Schutzniveau 152, 154
 Schutzsysteme 18
 Schutztrennung 200
 schwadensichere Gehäuse 117
 Schwadensicherheit 118
 sekundärer Freisetzungsgangrad 129
 Selbstlockern 228
 SELV 200
 Sicherheitsanforderungen 19
 Sicherheitsbeleuchtung 190
 Sicherheitseinrichtungen 104
 sicherheitsgerichtete Produkte 163
 Sicherheitskennzeichnungen 149
 sicherheitstechnische Kenngrößen 44
 Sicherheitsvorkehrungen 104
 Sichtprüfung 249
 SIL 240
 ständiger Freisetzungsgangrad 129
 statische Überdruckkapselung 103
 Staubablagerungen 130
 Staubexplosionsschutz 125
 Steckdosen 195
 Stecker 195
 Steckverbinder 195
 Stichprobenprüfung 251
 Störungsbegrenzung 241
- T**
 technische Schutzmaßnahmen 164
 Temperaturklassen 157
 thermische Überlast 177
 TN-Netz 200
 TRBS/TRGS 53
 Trennung 98
 TT-Netz 200
 Typ A-Norm 41
- U**
 überdruckgekapselte Installationen 106
 Überlastschutz 241
 Überspannungsschutz 100
 Überwachungseinrichtungen 177
 UEG 107
 Umrichter 179
 untere Explosionsgrenze 44, 107
- V**
 verantwortliche Person 258
 Verdünnung 101
 vorbeugender Explosionsschutz 45
- W**
 Wahrscheinlichkeit 42, 46
 Warnhinweise 149
 Warnkennzeichnung 208
 Wartung 243
 Wartungsmaßnahmen 206
 Werkstoffkombinationen 199
 Wiederinbetriebnahme 237
 wiederkehrende Prüfungen 64, 249
 Wirksamkeitsprüfungen 38
 Wirtschaftsakteur 17
- Z**
 Zeit t_E 175
 Zertifikate 17
 Zone 0 52
 Zone 1 52
 Zone 20 52, 129
 Zone 21 52, 129
 Zone 22 129
 Zoneneinteilung 127
 zugehörige Betriebsmittel 84
 zugelassene Überwachungsstelle 59
 Zugentlastung 181
 Zugfederanschlusstechnik 231
 Zulassungen 17
 Zulassungskennzeichnung 150
 zündfähiger Staub 125
 Zündgrenzkurven 95
 Zündquellenanalyse 65
 Zündquellenbewertung 102
 Zündschutzarten 69
 Zündtemperatur 122
 zur Prüfung befähigte Person 248