

Inhaltsverzeichnis

1	Rechtliche Grundlagen	15
1.1	Historische Entwicklung von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien	15
1.2	Richtlinie 94/9/EG – Explosionsschutzverordnung.....	18
1.2.1	Die neue ATEX-Richtlinie 2014/34/EU	18
1.2.2	Anwendungsbereich.....	19
1.2.3	Begriffe	20
1.2.4	Grundlegende Sicherheitsanforderungen.....	23
1.2.5	EG-Konformitätserklärungen bzw. EU-Konformitätserklärung	24
1.2.6	EG-Baumusterprüfbescheinigungen und Zertifikate nach RL 94/9/EG	24
1.2.7	Konformitätsbewertungsverfahren	25
1.2.8	Konformitätsvermutung.....	25
1.2.9	Qualitätssicherungssystem	25
1.2.10	Inverkehrbringen/Bereitstellung auf dem Markt und Inbetriebsetzung.....	29
1.2.11	Zusammenhang europäischer und internationaler Dokumente	30
1.3	Die „neue“ Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV)	31
1.3.1	Anwendungsbereich.....	31
1.3.2	Änderungen in der BetrSichV in Bezug auf Explosionsgefährdungen	33
1.3.3	BetrSichV und deren Explosionsgefährdungen gemäß Abschnitt 3, Prüfungen und Anforderungen (befähigte Person) – Anwendungsbereich und Ziele	36
1.3.4	Prüfaufzeichnungen und Prüfbescheinigungen	40
1.3.5	Dokumentation	41
1.4	Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG).....	42
1.5	DIN EN IEC 60079-17 (VDE 0165-10-1)	45
2	Grundlegendes zu Ex-Zonen	51
2.1	Explosionsschutz und Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).....	51
2.1.1	Mindestvorschriften für Ex-Bereiche	52
2.1.2	Koordinierungspflichten	54
2.2	Grundlagen zum Explosionsschutz	55

2.2.1	Risikobewertung/Risikoanalyse	56
2.2.2	Risikominderung	58
2.2.3	Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer explosions-gefährdeten Atmosphäre	60
2.2.4	Gefährdungsbeurteilungen gemäß TRGS 720/ TRGS 721 für Ex-Bereiche und Tätigkeiten im Ex-Bereich	64
2.2.5	Beurteilungsmaßstäbe nach TRBS/TRGS	74
2.2.6	Gefährdungsbeurteilungen gemäß § 3 BetrSichV	75
2.3	Organisatorische Maßnahmen	76
2.3.1	Beschaffenheit von Arbeitsmitteln	77
2.3.2	Prüfung der Arbeitsmittel	77
2.4	Explosionsschutzmaßnahmen	78
2.4.1	Allgemeines und Abschnitt 3 BetrSichV – Zusätzliche Vorschriften für überwachungs- bedürftige Anlagen	79
2.4.2	Zugelassene Überwachungsstelle nach ProdSG und BetrSichV (Abschnitt 3)	81
2.4.3	Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wieder- inbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen (§ 15 BetrSichV)	85
2.4.4	Wiederkehrende Prüfung (§ 16 BetrSichV)	85
2.4.5	Prüfaufzeichnungen und Prüfbescheinigungen (§ 17 BetrSichV)	86
2.4.6	Anlagen mit Erlaubnispflicht (§ 18 BetrSichV)	86
2.5	Zündquellenanalyse	87
3	Zündschutzarten	91
3.1	Zündschutzart „e“ (Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit) nach DIN EN 60079-7 (VDE 0170-6)	97
3.2	Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“, Ex „d“ (IEC/EN 60079-1)	100
3.3	Zündschutzart „Eigensichere Stromkreise“, Ex „i“ (IEC/EN 60079-14)	104
3.3.1	Zugehörige Betriebsmittel	106
3.3.2	Schutzniveau (Kategorie) ia, ib, ic	107
3.3.2.1	Schutzniveau ia	107
3.3.2.2	Schutzniveau ib	108
3.3.2.3	Schutzniveau ic	108
3.3.2.4	Erdung eigensicherer Stromkreise	110

3.3.2.5	Schutzniveau ia, ib und Sicherheitsfaktoren	110
3.3.2.6	Kennzeichnung.....	111
3.4	Eigensichere Systeme	112
3.4.1	Nachweis der Eigensicherheit.....	114
3.4.2	Einfache eigensichere Stromkreise mit einer Quelle	114
3.4.3	Eigensichere Stromkreise mit mehreren Quellen.....	116
3.4.4	Kabel, Leitungen und Anschlussteile.....	118
3.4.5	Gefährdung durch unbeabsichtigtes Verbinden mehrerer eigensicherer Stromkreise	119
3.4.6	Gefährdung eigensicherer Stromkreise durch benachbarte nichteigensichere Stromkreise.....	119
3.4.7	Gefährdung eigensicherer Stromkreise durch unterschiedliche Erdpotentiale	121
3.4.8	Eigensicherheit und Blitz- und Überspannungsschutz	122
3.5	Zündschutzart „Überdruckkapselung“, Ex „p“ (IEC/EN 60079-2)	123
3.6	Statische Überdruckkapselung	125
3.7	Sicherheitseinrichtungen (ausgenommen statische Überdruckkapselung)	126
3.8	Überdruckkapselung der Betriebsarten „Ausgleich der Leckverluste“ und „ständige Durchspülung“	127
3.8.1	Innere Freisetzung brennbarer Substanzen.....	128
3.8.2	Überdruckgekapselte Installationen	128
3.9	Zündschutzart „Vergusskapselung“, Ex „m“ (IEC/EN 60079-18).....	129
3.9.1	Schutzniveau ma oder mb oder mc	130
3.9.2	Zellen und Akkumulatoren in der Zündschutz- art „m“	131
3.9.3	Verwendung und Einsatz von Geräten mit der Zünd- schutzart „m“	131
3.10	Zündschutzart „Flüssigkeitskapselung“ (Ölkapselung), Ex „o“ (IEC/EN 60079-6)	132
3.10.1	Allgemeine Anforderungen	133
3.10.2	Anforderungen beim Schutzniveau „ob“:	134
3.10.3	Anforderungen beim Schutzniveau „oc“:.....	134
3.10.4	Kennzeichnung von Geräten der Zündschutzart „o“	134
3.11	Zündschutzart „Sandkapselung“, Ex „q“ (IEC/EN 60079-5)	136
3.12	Zündschutzart „Vermeidung von Zündung“, Ex „n“ (IEC/EN 60079-15)	138

3.12.1	Handhabung, Ausführungen und Vorgehensweisen zur Zündschutzart „n“	140
3.12.2	Anforderungen an schwadensichere Geräte, Betriebsmittel und Einrichtungen mit der Zündschutzart „nR“	140
3.12.3	Beachtung bei der Verwendung von Conduit-Systemen	141
3.12.4	Leuchten in der Zündschutzart „nR“	142
3.12.5	Dokumentation und Kennzeichnung von Betriebsmitteln mit der Zündschutzart „n“	143
3.13	Zündschutzart „Geräte-Staubexplosionsschutz durch Gehäuse“, Ex „t“ (IEC 60079-31)	143
3.13.1	Maßnahmen und Funktionsprinzip	143
3.13.2	Geräteschutzniveau „ta“, „tb“ und „tc“	144
3.13.3	Kombination mehrerer Zündschutzarten	145
4	Staubexplosionsschutz	147
4.1	Einführung.....	147
4.2	Zündfähiger Staub	147
4.2.1	Allgemeines	147
4.2.2	Oberflächenvergrößerung bei Teilung eines Würfels..	148
4.3	Unterschiede zwischen Störungen im Gas-Ex und Staub-Ex..	149
4.4	Zoneneinteilung in Bereichen, in denen mit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre durch Staub zu rechnen ist.....	149
4.5	Mindestzündenergie.....	155
4.6	Mindestzündtemperatur/Glimmtemperatur einer Staubschicht.....	155
4.6.1	Mindestzündtemperatur einer Staubwolke	155
4.6.2	Oberflächentemperatur von Staubschichten bis 5 mm Dicke	156
4.7	Einteilung der brennbaren Stäube.....	157
4.7.1	Hybride Gemische.....	157
4.7.2	Mediendichte Kapselung	157
4.8	Ablagerungen von Stäuben und deren Gefahren.....	158
4.8.1	Staubschichten von 5 mm bis 50 mm Dicke.....	159
4.8.2	Staubschichten von übermäßiger Dicke	160
4.8.2.1	Projektieren, Auswählen und Errichten nach DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)	160

5	Schutzmaßnahmen bei elektrischen Betriebsmitteln	167
5.1	Grundlegendes und Allgemeines	167
5.2	Schutz durch Gehäuse	169
5.3	Kennzeichnung von Räumen und Bereichen aus Sicht der Betreiber nach BetrSichV.....	171
5.3.1	Kennzeichnungen von Betriebsmitteln und Geräten	172
5.3.2	Kennzeichnung und Aufteilung der Betriebsmittel in Gerätegruppen	174
5.3.3	Weitere Kennzeichnungselemente	174
5.4	Temperaturklassen	179
5.5	Die maximale Oberflächentemperatur eines Gerätes oder eines Betriebsmittels	179
5.6	Wesentliche und aussagekräftige Dokumentation/ Explosionsschutzdokument.....	179
5.6.1	Inhalte einer Anlagendokumentation	180
5.6.2	Inhalte einer Gerätedokumentation	180
5.6.3	Dokumentation zur Installation	180
5.6.4	Explosionsschutzdokument	181
5.6.4.1	Benutzerinformationen	182
5.6.4.2	ATEX in Zusammenhang mit Installationen in explosionsgefährdeten Bereichen	184
5.6.4.3	Sicherheitsgerichtete Produkte gemäß DIN 31000 (VDE 1000).....	185
5.6.4.4	Betriebsmittel – Elektrische Maschinen mit sich drehenden Teilen	189
5.7	Motorteknik im Ex-Bereich.....	191
5.7.1	Motor-Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“, „e“ ...	195
5.7.2	Grenz-Übertemperatur der Wicklung.....	195
5.7.3	Isolationstechnische Schutzmaßnahmen	197
5.7.4	Motor – Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“, „d“	197
5.7.5	Anschlusstechnik.....	198
5.7.6	Fehlfunktionen an elektrischen Maschinen.....	199
5.8	Umrichter gespeiste und betriebene Motoren	200
5.9	Elektrische Motoren und Maschinen mit der Zündschutz art „e“	202
5.10	Allgemeines zum Errichten	205
5.10.1	Elektrotechnik und ATEX	206
5.10.2	Dokumentation „Betriebsanleitung“	207

6	Beleuchtung	209
6.1	Beleuchtung und Leuchten in Ex-Bereichen	209
6.1.1	Auswahlkriterien für Leuchten	209
6.2	Not- und Sicherheitsbeleuchtung	212
6.3	Kompaktleuchten	214
6.4	Leuchten für Leuchtstofflampen.....	215
7	Verwendung von Steckern, Steckverbindern und Steckdosen ...	217
7.1	Steckverbindungen mit der Zündschutzart und dem Schutzniveau „eb“	217
7.2	Steckverbindungen mit dem Schutzniveau „ec“	218
8	Betreiben und Laden von Zellen und Batterien	219
9	Vermeiden von Funken als eventuelle Zündquelle	221
9.1	Betrachtung einer möglichen Funkenbildung bei der Wahl der Netzart	221
9.2	Potentialausgleich (PA) in explosionsgefährdeten Bereichen	225
9.3	Potentialausgleich an beweglichen Teilen, Betriebs- und Arbeitsmitteln.....	227
9.4	Anforderungen zur Vermeidung von elektrostatischen Zündgefahren.....	228
9.5	Abschalten von Stromkreisen in explosionsgefährdeten Bereichen	232
9.5.1	Freischalten elektrischer Stromkreise zum sicheren Arbeiten	233
9.5.2	Druckfest gekapselte Schaltgeräte	234
9.5.2.1	Gehäusekapselung	235
9.5.2.2	Komponentenkapselung	237
9.5.2.3	Einzelkontaktkapselung.....	239
9.5.3	Überdruckkapselung	240
9.6	Schaltgerätekombinationen (SGK).....	241
9.6.1	Eigensichere Stromkreise in Schaltanlagen	242
9.7	Kabel und Leitungsanlagen	242
9.7.1	Elektrische Verbindungen und Anschlussteile für äußere Leiter.....	249
9.7.1.1	Feldseitige Verbindungen.....	250

9.7.1.2	Anschlüsse und Verbindungen mit Kabel- schuhen oder Vergleichbarem	251
9.7.1.3	Anschluss und feste Hindernisse	252
9.7.2	Klemmen und Klemmenkästen	253
9.7.2.1	Besonderheiten	253
9.7.2.2	Techniken	253
9.7.2.3	Klemmen in der Zündschutzart „erhöhte Sicherheit“, Ex „e“	255
9.7.3	Zusätzliche Anforderungen an die Errichtung bei Kabel- und Leitungsanlagen zur Versorgung elektrischer Betriebsmittel, Geräte und Ein- richtungen	255
9.7.3.1	Kabel- und Leitungsanlagen zur Versorgung elektrischer Geräte und Einrichtungen/Kabel- und Leitungseinführungen	256
9.7.3.2	Auswahl der Kabel und Leitungen	256
10	Betrieb und Instandhaltung von Installationen und Geräten im Ex-Bereich	259
10.1	Betrieb	259
10.2	Elektrische Schutzmaßnahmen	261
10.3	Explosionsschutz und SIL (Safety integrity Level)	262
10.4	Störungsbegrenzung an Schaltgerätekombinationen und Geräten	263
10.5	Grundlagen der Instandsetzung/Instandhaltung von Installationen und Geräten im Ex-Bereich	265
10.5.1	Besondere Instandsetzungsarbeiten	267
10.5.2	Allgemeine gültige Anforderungen an Instand- setzungsarbeiten	268
10.5.3	Prüfen und Instandhaltung elektrischer Geräte und Installationen im explosionsgefährdeten Bereich	269
10.5.3.1	Arten von Prüfungen	270
10.5.3.2	Vorgehensweise – Prüfung von Motoren	279
10.5.3.3	Kenntnisse, Fachkunde und Kompetenzen von Personen	280
10.5.3.4	Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung	284
10.5.3.5	Arbeitsstellen mit eventuell auftretender explosionsgefährdender Atmosphäre	290
10.6	Wartung und Instandhaltung von Ex-Leuchten	292

11	Blitzeinschlagsgefahren und Blitzschutz im Bereich explosionsfähiger Atmosphäre	293
11.1	Ausführungen zum Schutz vor Blitzeinschlag und transienter Überspannungsschutz	295
11.2	Gefährdungsbeurteilung/Bewertung von Brand- und Explosionsgefährdung.....	296
11.3	Blitzschlag – Hinweise für die Gefährdungsbeurteilung	298
11.4	Schutzmaßnahmen.....	299
11.4.1	Besonderheiten.....	299
11.4.2	Schutzmaßnahmen für alle Ex-Zonen.....	300
11.4.3	Schutzmaßnahmen entsprechend für die Zonen 0 und 20.....	300
11.4.4	Schutzmaßnahmen entsprechend für die Zonen 1 und 21	300
11.4.5	Schutzmaßnahmen entsprechend für die Zonen 2 und 22.....	301
11.4.6	Mögliche Schutzmaßnahmen gegen Blitzschlag in explosionsgefährdeten Bereichen, in denen Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung erforderlich sind, gemäß TRGS 723	301
11.4.7	Blitzschlag gemäß DIN EN 1127-1:2019-10.....	302
11.4.7.1	Schutzmaßnahmen zum Blitz- und Überspannungsschutz, für Kategorien 1 (Zone 0) und Kategorie 2 (Zone1).....	302
11.4.7.2	Schutzmaßnahmen zum Blitz- und Überspannungsschutz für Kategorie 3 (Zone 2)	303
11.4.8	Blitz- und Überspannungsschutz gemäß DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):2014-10 EN 60079-14:2014.....	304
11.4.9	Blitzschutz-Maßnahmen gemäß DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) Beiblatt 2.....	307
Anhang	311
	Literaturverzeichnis.....	311
	Normen	312
	Relevante Tabellen und Bilder.....	317
Stichwortverzeichnis.....	338