

## **Inhalt**

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung .....	12
1 Anwendungsbereich .....	14
2 Normative Verweisungen .....	14
3 Begriffe .....	16
4 Allgemeines .....	22
4.1 Allgemeine Anforderungen .....	22
4.2 Dokumentation .....	23
4.3 Erstprüfung .....	24
4.4 Sicherstellung der Gerätekonformität.....	24
4.5 Qualifikationen des Personals.....	25
5 Auswahl elektrischer Geräte .....	25
5.1 Informationsanforderungen .....	25
5.2 Zonen.....	26
5.3 Beziehung zwischen Geräteschutzniveaus (EPLs) und Zonen .....	26
5.4 Auswahl der Geräte nach EPLs .....	26
5.5 Auswahl nach der Gerätegruppe.....	29
5.6 Auswahl nach der Zündtemperatur des Gases, Dampfes oder Staubes und der Umgebungstemperatur.....	30
5.7 Auswahl von strahlenden Geräten .....	32
5.8 Auswahl von Ultraschallgeräten .....	33
5.9 Auswahl unter Berücksichtigung äußerer Einflüsse.....	34
5.10 Auswahl transportabler, tragbarer und persönlicher elektrischer Geräte.....	35
5.11 Drehende elektrische Maschinen .....	36
5.12 Leuchten .....	39
5.13 Stecker und Steckdosen.....	39
5.14 Zellen und Batterien .....	40
5.15 RFID-Tags .....	40
5.16 Geräte zur Gasdetektion .....	41
6 Schutz gegen gefährliche (zündfähige) Funken.....	41
6.1 Leichtmetalle als Konstruktionsmaterial.....	41
6.2 Gefährdung durch aktive Teile .....	42
6.3 Gefährdung durch Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile .....	42
6.4 Potentialausgleich .....	43
6.5 Statische Elektrizität .....	44
6.6 Blitzschutz .....	47
6.7 Elektromagnetische Strahlung .....	47
6.8 Kathodisch geschützte Metallteile .....	48

	Seite
6.9	Zündung durch optische Strahlung ..... 48
7	Elektrische Schutzmaßnahmen ..... 48
8	Abschaltung und Freischalten ..... 49
8.1	Allgemeines ..... 49
8.2	Abschaltung ..... 49
8.3	Freischalten ..... 49
9	Kabel und Leitungssysteme ..... 49
9.1	Allgemeines ..... 49
9.2	Aluminiumleiter ..... 49
9.3	Kabel und Leitungen ..... 50
9.4	„Conduit“-Systeme ..... 53
9.5	Zusätzliche Anforderungen ..... 54
9.6	Anforderungen an die Installation ..... 54
10	Kabel- und Leitungseinführungssysteme und Verschlusselemente ..... 55
10.1	Allgemeines ..... 55
10.2	Auswahl von Kabel- und Leitungseinführungen ..... 55
10.3	Anschlüsse von Kabeln und Leitungen an Geräte ..... 56
10.4	Zusätzliche Anforderungen für Einführungen anders als Ex „d“, Ex „t“ oder Ex „nR“ ..... 57
10.5	Unbenutzte Öffnungen ..... 57
10.6	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „d“ – Druckfeste Kapselung ..... 57
10.7	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „t“ – Schutz durch Gehäuse ..... 59
10.8	Zusätzliche Anforderungen für die Schutzart „nR“ – Schwadensichere Gehäuse ..... 59
11	Drehende elektrische Maschinen ..... 59
11.1	Allgemeines ..... 59
11.2	Motoren mit Zündschutzart „d“ – Druckfeste Kapselung ..... 60
11.3	Motoren mit Zündschutzart „e“ – Erhöhte Sicherheit ..... 60
11.4	Motoren mit Zündschutzarten „p“ und „pD“ – Überdruckgekapselte Gehäuse ..... 63
11.5	Motoren mit Zündschutzart „t“ – Schutz durch Gehäuse gespeist mit veränderlicher Frequenz und Spannung ..... 64
11.6	Motoren mit Zündschutzart „nA“ – Nichtfunkend ..... 64
12	Leuchten ..... 65
13	Elektrische Heizsysteme ..... 66
13.1	Allgemeines ..... 66
13.2	Überwachung der Temperatur ..... 66
13.3	Begrenzungstemperatur ..... 66
13.4	Sicherheitseinrichtungen ..... 67
13.5	Begleitheizungssysteme ..... 68
14	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „d“ – Druckfeste Kapselung ..... 68
14.1	Allgemeines ..... 68

	Seite
14.2	Feste Hindernisse..... 69
14.3	Schutz von zünddurchschlagsicherer Spalte ..... 69
14.4	„Conduit“-Systeme..... 70
15	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „e“ – Erhöhte Sicherheit ..... 70
15.1	Allgemeines ..... 70
15.2	Höchstzulässige Verlustleistung in den Anschlusskastengehäusen..... 71
15.3	Leiteranschlüsse..... 71
15.4	Höchstzahl der Leiter bezogen auf den Querschnitt und den zulässigen Dauerstrom ..... 71
16	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „i“ – Eigensicherheit..... 72
16.1	Allgemeines ..... 72
16.2	Anlagen, die den Anforderungen von EPL „Gb“ oder „Gc“ und EPL „Db“ oder „Dc“ entsprechen ..... 73
16.3	Anlagen, um die Anforderungen von EPL „Ga“ oder „Da“ zu erfüllen..... 81
16.4	Einfache Betriebsmittel..... 82
16.5	Anschlusskästen..... 83
16.6	Sonderanwendungen ..... 85
17	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „p“ – Überdruckkapselung..... 85
17.1	Allgemeines ..... 85
17.2	Schutzart „p“ ..... 85
17.3	Zündschutzart „pD“ ..... 90
17.4	Räume für explosionsfähige Gasatmosphäre ..... 92
18	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „n“ ..... 92
18.1	Allgemeines ..... 92
18.2	„nR“-Geräte ..... 93
18.3	Verbindungen von Anschlussklemmen und Leitern für übliche Anschlüsse und Anschlusskästen..... 93
18.4	Leiteranschlüsse..... 93
19	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „o“ – Ölkapselung ..... 94
19.1	Allgemeines ..... 94
19.2	Äußere Anschlüsse ..... 94
20	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „q“ – Sandkapselung ..... 94
21	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „m“ – Vergusskapselung ..... 94
22	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „op“ – Optische Strahlung ..... 95
23	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „t“ – Schutz durch Gehäuse ..... 95
Anhang A (normativ) Kenntnisse, Fachkunde und Kompetenzen der verantwortlichen Personen, Handwerker/Techniker und Planer..... 96	
A.1	Anwendungsbereich ..... 96
A.2	Kenntnisse und Fachkunde ..... 96
A.3	Kompetenzen ..... 97
A.4	Bewertung ..... 98

	Seite
Anhang B (informativ) Anleitungen für ein Verfahren zum sicheren Arbeiten in explosionsfähigen Gasatmosphären.....	99
Anhang C (normativ) Erstprüfung – Gerätespezifische Prüfpläne .....	100
Anhang D (informativ) Elektrische Anlagen in extrem niedrigen Umgebungstemperaturen.....	105
D.1 Allgemeines.....	105
D.2 Kabel und Leitungen .....	105
D.3 Elektrische Begleitheizungen .....	105
D.4 Beleuchtungssysteme .....	105
D.5 Elektrische drehende Maschinen.....	105
Anhang E (informativ) Prüfung der eingeschränkten Atmung von Kabeln und Leitungen.....	106
E.1 Prüfungsverfahren.....	106
Anhang F (informativ) Installation von elektrischen Begleitheizungssystemen .....	107
F.1 Allgemeines.....	107
F.2 Begriffe .....	107
F.3 Allgemeine Anforderungen.....	108
F.4 Anforderungen für EPLs „Gb“, „Gc“, „Db“ und „Dc“ .....	108
F.5 Informationen für die Planung .....	110
F.6 Eingangsprüfungen .....	111
F.7 Installation von Heizelementen .....	114
F.8 Installation von Regel- und Überwachungsgeräten .....	115
F.9 Installation der Wärmedämmung .....	120
F.10 Installation der Verteilungsverdrahtung und Koordination mit den Zweigstromkreisen.....	120
F.11 Abschließende Installationsüberprüfung.....	121
F.12 Inbetriebnahme .....	121
Anhang G (normativ) Risikobewertung hinsichtlich möglicher Entladungen an Ständerwicklungen – Zündrisiko-Faktoren .....	124
Anhang H (normativ) Nachweis der Eigensicherheit für eigensichere Stromkreise mit mehr als einem zugehörigen Betriebsmittel.....	125
H.1 Allgemeines.....	125
H.2 Eigensicherheit mit dem Schutzniveau „ib“.....	125
H.3 Eigensicherheit mit dem Schutzniveau „ic“ .....	125
Anhang I (informativ) Verfahren zur Bestimmung der höchsten Systemspannungen und -ströme in eigensicheren Stromkreisen mit mehr als einem zugehörigen Betriebsmittel mit linearen Strom-Spannungs-Kennlinien (wie in Anhang H gefordert).....	126
I.1 Eigensichere Stromkreise mit linearen Strom-Spannungs-Kennlinien .....	126
I.2 Eigensichere Stromkreise mit nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinien .....	127
Anhang J (informativ) Bestimmung der Kennwerte von Kabeln und Leitungen.....	128
J.1 Messungen.....	128
J.2 Kabel und Leitungen, die mehr als einen eigensicheren Stromkreis führen .....	128
J.3 FISCO .....	129

	Seite
Anhang K (normativ) Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „op“ – Optische Strahlung .....	130
K.1 Allgemeines .....	130
K.2 Inhärent sichere optische Strahlung „op is“ .....	130
K.3 Geschützte optische Strahlung „op pr“ .....	130
K.4 Optische Strahlung mit Verriegelung bei optischem Bruch „op sh“ .....	131
Anhang L (informativ) Beispiele für Staubablagerungen übermäßiger Dicke .....	132
Anhang M (informativ) Hybride Gemische .....	133
M.1 Allgemeines .....	133
M.2 Konzentrationsgrenzen .....	133
M.3 Energie/Temperaturgrenzen .....	133
M.4 Auswahl von Geräten .....	133
M.5 Einsatz von druckfesten Geräten .....	133
M.6 Elektrostatische Gefahr .....	133
M.7 Errichtungsanforderungen .....	133
Literaturhinweise .....	134
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	136
Bild 1 – Zusammenhang zwischen der maximal zulässigen Oberflächentemperatur und der Dicke von Staubschichten .....	32
Bild 2 – Erdung leitender Schirme .....	75
Bild F.1 – Typische Installation eines Fühlers zur Temperaturregelung und eines Fühlers zur Temperaturbegrenzung .....	117
Bild F.2 – Temperaturmessfühler zur Temperaturbegrenzung auf der Oberfläche des Heizelements .....	118
Bild F.3 – Begrenzungseinrichtungsmessfühler als künstlicher heißer Punkt .....	119
Bild I.1 – Reihenschaltung – Spannungsaddition .....	126
Bild I.2 – Parallelschaltung – Stromaddition .....	127
Bild I.3 – Reihen- und Parallelschaltung – Spannungs- und Stromadditionen .....	127
Bild L.1 – Beispiele für Staubablagerungen übermäßiger Dicke mit der Anforderung für eine Untersuchung im Laboratorium .....	132
Tabelle 1 – Geräteschutzniveaus (EPLs), wenn nur Zonen zugewiesen sind .....	26
Tabelle 2 – Vorgegebene Beziehung zwischen Zündschutzarten und EPLs .....	27
Tabelle 3 – Beziehung zwischen der Unterteilung von Gasen, Dämpfen und Stäuben und der Gerätegruppe .....	29
Tabelle 4 – Beziehung zwischen Gas- oder Dampfzündtemperatur und der Gerätetemperaturklasse .....	30
Tabelle 5 – Begrenzungen der Oberflächenbereiche .....	45
Tabelle 6 – Maximale Durchmesser oder Breiten .....	46
Tabelle 7 – Begrenzung der Dicke nichtmetallischer Schicht .....	46
Tabelle 8 – Grenzwerte für die Leistung von Funkfrequenz .....	47
Tabelle 9 – Funkfrequenz Grenzwerte für die Energie .....	47

	Seite
Tabelle 10 – Auswahl der Schutzart von Kabeleinführungen, Adaptern und Verschlusselementen entsprechend zur Schutzart des Gehäuses.....	56
Tabelle 11 – Verhältnis von Schutzniveau, Gerätegruppe und Eindringenschutz.....	59
Tabelle 12 – Anforderungen an die Temperaturüberwachungssysteme .....	66
Tabelle 13 – Mindestabstand von Hindernissen von zünddurchschlagsicheren Flachspalten, bezogen auf die Gas-Untergruppe des explosionsgefährdeten Bereiches .....	69
Tabelle 14 – Beispiel für eine festgelegte Anschlussklemmen- Leiter-Anordnung – Höchstzahl der Adern bezogen auf den Querschnitt und den zulässigen Dauerstrom .....	72
Tabelle 15 – Änderung der maximalen Leistungsabgabe mit der Umgebungstemperatur für die Gerätegruppe II .....	83
Tabelle 16 – Bestimmung der Schutzart (ohne brennbare Freisetzung innerhalb des Gehäuses).....	86
Tabelle 17 – Einsatz von Funken- und Partikelsperren .....	86
Tabelle 18 – Zusammenstellung der Schutzanforderungen für Gehäuse ohne innere Freisetzungsquelle .....	88
Tabelle 19 – Zusammenfassung der Schutzanforderungen an Gehäuse .....	91
Tabelle C.1 – Prüfplan für Ex „d“, Ex „e“, Ex „n“ und Ex „t“ .....	100
Tabelle C.2 – Plan für die Erstprüfung von Ex „i“-Anlagen .....	102
Tabelle C.3 – Prüfplan für Ex „p“- und Ex „pD“-Anlagen.....	104
Tabelle F.1 – Prüfungen vor der Installation .....	113
Tabelle F.2 – Installationsprotokoll für elektrische Begleitheizungssysteme – Beispiel .....	123
Tabelle G.1 – Zündrisiko-Faktoren.....	124