

**Explosionsgefährdete Bereiche –
Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen**

Inhalt

	Seite
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
4 Allgemeines	17
4.1 Allgemeine Anforderungen	17
4.2 Dokumentation	18
4.3 Erstprüfung	19
4.4 Sicherstellung der Gerätekonformität	20
4.5 Qualifikationen des Personals	21
5 Auswahl elektrischer Geräte (ausgenommen Kabel, Leitungen und „Conduit“-Systeme)	21
5.1 Informationsanforderungen	21
5.2 Zonen	21
5.3 Beziehung zwischen Geräteschutzniveaus (EPLs) und Zonen	22
5.4 Auswahl der Geräte nach EPLs	22
5.5 Auswahl nach der Gerätegruppe	25
5.6 Auswahl nach der Zündtemperatur des Gases, Dampfes oder Staubes und der Umgebungstemperatur	25
5.7 Auswahl von strahlenden Geräten	28
5.8 Auswahl von Ultraschallgeräten	29
5.9 Auswahl unter Berücksichtigung äußere Einflüsse	29
5.10 Auswahl transportabler, tragbarer und in der Hand zu haltender elektrischer Geräte	30
5.11 Drehenden elektrischen Maschinen	32
5.12 Leuchten	34
5.13 Stecker und Steckdosen	35
5.14 Zellen und Batterien	35
5.15 RFID Marken	35
5.16 Gasmessgeräte	36
6 Schutz gegen gefährliche (zündfähige) Funken	36
6.1 Leichtmetalle als Werkstoffe	36
6.2 Gefährdung durch aktive Teile	37
6.3 Gefährdung durch Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile	37
6.4 Potentialausgleich	39
6.5 Statische Elektrizität	40
6.6 Blitzschutz	42

	Seite
6.7	Elektromagnetische Strahlung 42
6.8	Kathodisch geschützte Metallteile 43
6.9	Zündung durch optische Strahlung 43
7	Elektrische Schutzmaßnahmen..... 44
8	Abschaltung und Freischalten 44
8.1	Allgemeines 44
8.2	Abschaltung 44
8.3	Freischalten 45
9	Kabel und Leitungssysteme 45
9.1	Allgemeines 45
9.2	Aluminiumleiter 45
9.3	Kabel und Leitungen..... 45
9.4	„Conduit“-Systeme..... 48
9.5	Kabel und Leitungen und „Conduit“-Systeme 49
9.6	Anforderungen an die Installation..... 49
10	Kabel- und Leitungseinführungssysteme und Verschlusselemente 50
10.1	Allgemeines 50
10.2	Auswahl von Kabeln und Leitungseinführungen 51
10.3	Anschlüsse von Kabeln und Leitungen an Geräte 52
10.4	Zusätzliche Anforderungen für Einführungen anders als Ex „d“, Ex „t“ oder Ex „nR“ 52
10.5	Unbenutzte Öffnungen 53
10.6	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „d“ – Druckfeste Kapselung..... 53
10.7	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „t“ – Schutz durch Gehäuse 54
10.8	Zusätzliche Anforderungen für die Schutzart „nR“ – Schwadensichere Gehäuse..... 54
11	Drehende elektrische Maschinen 55
11.1	Allgemeines 55
11.2	Zündschutzart „d“ – Druckfeste Kapselung..... 55
11.3	Zündschutzart „e“ – Erhöhte Sicherheit..... 56
11.4	Zündschutzarten „p“ und „pD“ – Überdruckgekapselte Gehäuse 58
11.5	Zündschutzart „t“ – Schutz durch Gehäuse gespeist mit veränderlicher Frequenz und Spannung 59
11.6	Zündschutzart „nA“ – Nichtfunkend..... 59
12	Leuchten 60
13	Elektrische Heizsysteme 61
13.1	Allgemeines 61
13.2	Überwachung der Temperatur 61
13.3	Begrenzungstemperatur 62
13.4	Sicherheitseinrichtungen 62
13.5	Begleitheizungssysteme..... 63

	Seite
14	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „d“ – Druckfeste Kapselung 63
14.1	Allgemeines 63
14.2	Feste Hindernisse 64
14.3	Schutz zünddurchschlagsicherer Spalte 64
14.4	„Conduit“-Systeme 65
15	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „e“ – Erhöhte Sicherheit 65
15.1	Allgemeines 65
15.2	Höchstzulässige Verlustleistung in den Anschlusskastengehäusen 66
15.3	Leiteranschlüsse 66
15.4	Höchstzahl der Leiter bezogen auf Querschnitt und den zulässigen Dauerstrom 66
16	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „i“ – Eigensicherheit 67
16.1	Allgemeines 67
16.2	Anlagen, die den Anforderungen von EPLs „Gb“ oder „Gc“ und „Db“ oder „Dc“ entsprechen 68
16.3	Anlagen, um die Anforderungen von EPLs „Ga“ oder „Da“ zu erfüllen 76
16.4	Einfache Betriebsmittel 77
16.5	Anschlusskästen 78
16.6	Sonderanwendungen 80
17	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „p“ – Überdruckkapselung 80
17.1	Allgemeines 80
17.2	Schutzart „p“ 80
17.3	Zündschutzart „pD“ 85
17.4	Räume für explosionsfähige Gasatmosphäre 87
18	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „n“ 87
18.1	Allgemeines 87
18.2	Verbindungen von Anschlussklemmen und Leitern für übliche Anschlüsse und Anschlusskästen 88
18.3	Leiteranschlüsse 88
19	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „o“ – Ölkapselung 89
19.1	Allgemeines 89
19.2	Äußere Anschlüsse 89
20	Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „q“ – Sandkapselung 89
21	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „m“ – Vergusskapselung 89
22	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „op“ – Optische Strahlung 90
23	Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart „t“ – Schutz durch Gehäuse 90
Anhang A (normativ) Kenntnisse, Fachkunde und Kompetenzen der verantwortlichen Personen, Handwerker/Techniker und Planer 91	
A.1	Anwendungsbereich 91
A.2	Kenntnisse und Fachkunde 91
A.3	Kompetenzen 92

	Seite
A.4 Bewertung	93
Anhang B (informativ) Anleitungen für ein Verfahren zum sicheren Arbeiten in explosionsfähigen Gasatmosphären	94
Anhang C (normativ) Erstprüfung	95
Anhang D (informativ) Elektrische Anlagen in extrem niedrigen Umgebungstemperaturen	100
D.1 Allgemeines	100
D.2 Kabel und Leitungen	100
D.3 Elektrische Begleitheizungen	100
D.4 Beleuchtungssysteme	100
D.5 Elektrische drehende Maschinen	100
Anhang E (informativ) Eingeschränkte Gaswanderung durch Kabel und Leitungen	101
E.1 Migrationsprüfung für Kabel und Leitungen	101
E.2 Andere Beeinflussungsmaßnahmen	101
Anhang F (informativ) Installation von elektrischen Begleitheizungssystemen	102
F.1 Allgemeines	102
F.2 Begriffe	102
F.3 Allgemeine Anforderungen	103
F.4 Anforderungen für EPLs „Gb“, „Gc“ und „Db“, „Dc“	103
F.5 Informationen für die Planung	105
F.6 Eingangsprüfungen	106
F.7 Installation von Begleitheizungselementen	109
F.8 Installation von Regel- und Überwachungsgeräten	110
F.9 Installation der Wärmedämmung	115
F.10 Installation der Verteilungsverdrahtung und Koordination mit den Zweigstromkreisen	115
F.11 Abschließende Installationsüberprüfung	116
F.12 Inbetriebnahme	116
Anhang G (normativ) Risikobewertung hinsichtlich möglicher Entladungen an Ständerwicklungen – Zündrisiko-Faktoren	119
Anhang H (normativ) Nachweis der Eigensicherheit für eigensichere Stromkreise mit mehr als einem zugehörigen Betriebsmittel	120
H.1 Allgemeines	120
H.2 Eigensicherheit mit dem Schutzniveau „ib“	120
H.3 Eigensicherheit mit der Kategorie „ic“	120
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)	121
I.1 Eigensichere Stromkreise mit linearen Strom/Spannungskennlinien	121
I.2 Eigensichere Stromkreise mit nichtlinearen Strom-/Spannungs-Kennlinien	123
Anhang J (informativ) Bestimmung der Kennwerte von Kabeln und Leitungen	124
J.1 Messungen	124

	Seite
J.2 Kabel und Leitungen, die mehr als einen eigensicheren Stromkreis führen	124
J.3 FISCO	125
Anhang K (normativ) Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart „op“ – Optische Strahlung	126
K.1 Allgemeines	126
K.2 Eigensichere optische Strahlung „op is“	126
K.3 Geschützte optische Strahlung „op pr“	126
K.4 Optische Strahlung mit Verriegelung bei optischem Bruch „op sh“	127
Anhang L (informativ) Beispiele für Staubablagerungen übermäßiger Dicke	128
Anhang M (informativ) Hybride Gemische	129
Literaturhinweise	130
Bild 1 – Zusammenhang zwischen der maximal zulässigen Oberflächentemperatur und der Dicke von Staubschichten	27
Bild 2 – Erdung leitender Schirme	70
Bild F.1 – Typische Installation eines Fühlers zur Temperaturregelung und eines Fühlers zur Temperaturbegrenzung	112
Bild F.2 – Temperaturmessfühler zur Temperaturbegrenzung auf der Oberfläche des Begleitheizungselements	113
Bild F.3 – Begrenzungseinrichtungsmessfühler als künstlicher heißer Punkt	114
Bild I.1 – Reihenschaltung – Spannungsaddition	122
Bild I.2 – Parallelschaltung – Stromaddition	122
Bild I.3 – Reihen- und Parallelschaltung – Spannungs- und Stromadditionen	123
Bild L.1 – Beispiele für Staubablagerungen übermäßiger Dicke mit der Anforderung für eine Untersuchung im Laboratorium	128
Tabelle 1 – Geräteschutzniveaus (EPLs), wenn nur Zonen zugewiesen sind	22
Tabelle 2 – Beziehung zwischen Zündschutzarten und EPLs	23
Tabelle 3 – Beziehung zwischen der Unterteilung von Gasen, Dämpfen und Stäuben und der Gerätegruppe	25
Tabelle 4 – Beziehung zwischen Gas- oder Dampfzündtemperatur und der Gerätetemperaturklasse	26
Tabelle 5 – Begrenzungen der Oberflächenbereiche	41
Tabelle 6 – Maximale Durchmesser oder Breiten	41
Tabelle 7 – Begrenzung der Dicke nichtmetallischer Schicht	41
Tabelle 8 – Grenzwerte für die Leistung von Funkfrequenz	43
Tabelle 9 – Funkfrequenz Grenzwerte für die Energie	43
Tabelle 10 – Auswahl der Schutzart von Kabeleinführungen, Adaptern und Verschlusselementen entsprechend zur Schutzart des Gehäuses	51
Tabelle 11 – Verhältnis von Schutzniveau, Gerätegruppe und Eindringenschutz	54
Tabelle 12 – Anforderungen an die Temperaturüberwachungssysteme	61
Tabelle 13 – Mindestabstand von Hindernissen zur zünddurchschlagsicheren Verbindung, bezogen auf die Gas-Untergruppe des explosionsgefährdeten Bereiches	64

	Seite
Tabelle 14 – Beispiel für eine festgelegte Anschlussklemmen-/Leiteranordnung	67
Tabelle 14 – Änderung der maximalen Leistungsabgabe mit der Umgebungstemperatur für die Gerätegruppe II	78
Tabelle 15 – Bestimmung der Schutzart (ohne brennbare Freisetzung innerhalb des Gehäuses)	81
Tabelle 16 – Einsatz von Funken- und Partikelsperren.....	82
Tabelle 17 – Maßnahmen, die bei Geräten ohne innere Freisetzungsquelle bei Zusammenbruch des Zündschutzgas-Überdrucks zu treffen sind	83
Tabelle 18 – Zusammenfassung der Schutzanforderungen an Gehäuse.....	85
Tabelle C.1 – Prüfplan für Ex „d“, Ex „e“ Ex „n“ und Ex „t“	95
Tabelle C.2 – Plan für die Erstprüfung von Ex „i“ Anlagen.....	97
Tabelle C.3 – Prüfplan für Ex „p“ und Ex „pD“ Anlagen.....	99
Tabelle F.1 – Prüfungen vor der Installation.....	108
Tabelle F.2 – Installationsprotokoll für elektrische Begleitheizungssysteme – Beispiel.....	118