

Inhaltsverzeichnis

1	Vorschriften, Richtlinien und Normen	1
1.1	Europäisches Sicherheitskonzept	2
1.1.1	Maschinenrichtlinie	4
1.1.2	Konformitätserklärung	6
1.1.3	EMV-Richtlinie	6
1.1.4	CE-Kennzeichnung	7
1.2	Sicherheits-Gruppennormen Typ „B“	7
1.2.1	Normen-Erläuterungen	9
1.2.2	Risikoverminderung durch Konstruktion	10
1.2.3	Risikoabschätzung	14
1.2.4	Fehler und Fehlerausschluss	17
1.2.5	Verriegelungseinrichtungen mit und ohne Zuhaltung	19
1.2.6	Betätigungsart von mechanischen Positionsschaltern	22
1.2.7	Vermeidung von unerwartetem Anlauf	27
1.2.8	Sicherheitseinrichtung durch Zweihandschaltung	28
2	Risikoanalyse und deren Beurteilung	33
2.1	Grenzrisiko	34
2.1.1	Risikobeurteilung	35
2.1.2	Iterative Sicherheitserhöhung	36
2.1.3	Risikoelemente	37
2.2	Schäden	38
2.2.1	Schadensausmaß	38
2.2.2	Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens	38
2.2.3	Möglichkeiten zur Vermeidung oder Begrenzung eines Schadens	39
2.3	Personenschäden	39
2.4	Risikobewertung	41
2.4.1	Erreichen des Ziels einer Risikominderung	41
2.4.2	Risikovergleich	42
2.5	Dokumentation	42

2.6	Verfahren zur Untersuchung von Gefährdungen und zur Einschätzung von Risiken	45
2.7	Risikobeurteilung	46
2.7.1	Vergleich verschiedener Risikobeurteilungsnormen	48
2.7.2	Prozess für Auswahl	48
2.8	Übersicht der Risikokategorien	49
2.9	Funktionen in Sicherheitskreisen	52
2.10	Risikograph	54
2.10.1	Gestaltung und Auswahl von Sicherheitsmaßnahmen nach EN 954-1	54
2.10.2	Validieren durch Analyse	56
2.10.3	Validierungsverfahren	57
2.10.4	Fehlerlisten	59
2.11	Risikobewertung anhand eines Beispiels	59
2.12	Risikobeurteilung	64
2.12.1	Ausfallwahrscheinlichkeit	67
2.12.2	Kategorie B	69
2.12.3	Zusammenfassung der meisten sicherheitsrelevanten Anforderungen	72
2.13	Neue Risikobewertung	78
3	Absichern von mechanischen und elektrischen Gefahren	83
3.1	Verzögerungseinrichtungen	85
3.1.1	Sicherheitszeitrelais	85
3.1.2	Sicherer Stillstandswächter	89
3.1.3	Stopp-Funktion	92
3.1.4	NOT-AUS-Einrichtungen	94
3.1.5	Mechanische Schalter in der Elektrotechnik	95
3.1.6	Gebrauchskategorien für Schalter	100
3.1.7	Effekte beim Schalten	103
3.1.8	Nockenschalter	104
3.2	Leistungsschalter	109
3.2.1	Aufbau eines Leistungsschalters	110
3.2.2	Arbeitsstromauslöser	117
3.2.3	Unterspannungsauslöser	117
3.2.4	Abfallverzögerter Unterspannungsauslöser	118
3.3	Schütze	119
3.3.1	Elektromechanischer Schütz	123
3.3.2	Schütze für besondere Aufgaben	130
3.3.3	Kontaktmaterialien	131
3.4	Haupt- und Steuerstromkreise	136
3.4.1	Haupt- mit Hilfsstromkreis	139

3.4.2	Einfache Redundanz	140
3.4.3	Zweischützschtaltung	141
3.4.4	Dreischützschtaltung	142
3.4.5	Redundanz im Ein- und Ausgangskreis	144
3.4.6	Überwachter Start und Querschlusserkennung im Eingangskreis	145
3.4.7	Einstufung der NOT-AUS-Beschaltung	146
3.4.8	Risiko-Kategorie 4	147
3.5	Versorgung von Steuerstromkreisen	152
3.5.1	Anordnung von Überstromschutzeinrichtungen	154
3.5.2	Sicherungsautomaten	156
3.5.3	Schmelzsicherungen	158
3.5.4	Niederspannungssicherungen	164
3.5.5	NH-Sicherungen	167
3.5.6	Hochspannungssicherungen	168
4	Bereichsabsicherung	171
4.1	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen	171
4.1.1	Verriegelungszustand	173
4.1.2	Mindestsicherheitsabstand im Gefahrenbereich	175
4.1.3	Allgemeine Gleichung zur Berechnung von Mindestabständen	176
4.1.4	Nachlauf	176
4.1.5	Gefahrenstellenabsicherung	177
4.2	Sicherheitsmaßnahmen	181
4.2.1	Zugangssicherung von Gefahrenbereichen	182
4.2.2	Lichtvorhang	183
4.2.3	Schaltmatten	184
4.2.4	Zweihandsteuerungen	185
4.2.5	Muting	186
4.3	Trennende Schutzeinrichtungen	187
4.4	Positionstaster	191
4.4.1	Positionstaster mit Schließfunktion	192
4.4.2	Sicherheitsgerechte Positionstaster	192
4.4.3	Zwangsöffnung des Öffner-Hilfsstromschalters	194
4.4.4	Hilfsstromschalter ohne Sprungfunktion	195
4.4.5	Hilfsstromschalter mit Sprungfunktion	195
4.4.6	Schalter-Kategorien	197
4.4.7	Schutzüberwachung und Positionsschalter	198
4.4.8	Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion	201
4.4.9	Überwachung der Positionsschalter	206
4.4.10	Stillstandsabhängige Entriegelung	210
4.4.11	Reduzierung der Anhaltezeit	212

4.4.12	Berührungslos wirkende Positionstaster	212
4.4.13	Überwachung von Positionstastern	214
5	Optische Sensoren und ihre Anwendungen	217
5.1	Bedeutung der Sensortechnik	218
5.1.1	Sensortechnologie	221
5.1.2	Messwertvorverarbeitung mit Sensor	222
5.1.3	Hierarchische Prozessautomatisierung	223
5.2	Optische Sensoren	224
5.2.1	Eigenschaften und Ausführungsformen	225
5.2.2	Leuchtdioden	227
5.2.3	Optokoppler	229
5.3	Lichtschraken	231
5.3.1	Einweglichtschraken	232
5.3.2	Arbeitsweise von Einweglichtschraken	236
5.3.3	Gabellichtschraken	239
5.3.4	Lichtgitter	244
5.3.5	Reflexionslichtschrake	247
5.3.6	Reflexionslichttaster	250
5.3.7	Lichtleitersysteme	254
5.3.8	Entfernungsmessgeräte und Distanzsensoren	255
5.3.9	Datenlichtschraken	255
5.3.10	Triangulationsverfahren	256
5.3.11	True Color Farbsensoren	262
5.3.12	Laserscanner	268
5.4	Barcode	278
5.4.1	OCR-System	279
5.4.2	Strichcode-Typen	282
5.4.3	Code-Qualität und Druckverfahren	285
5.4.4	Strichcodeauswahl	295
5.4.5	Laserscanner	299
6	Sensoren und ihre sicherheitsrelevanten Anwendungen	303
6.1	Induktive Näherungsschalter	318
6.1.1	Magnetsysteme	318
6.1.2	Wirkungsweise induktiver Näherungsschalter	322
6.1.3	Arbeitsweise induktiver Näherungsschalter	323
6.1.4	Einsatzorte induktiver Näherungsschalter	331
6.1.5	Anschlusstechniken	333
6.2	Kapazitive Näherungsschalter	339
6.2.1	Aufbau eines kapazitiven Näherungsschalters	340
6.2.2	Bündige und nicht bündige Montage	340

6.3	Ultraschallnherungssensoren	344
6.3.1	Basiskomponenten	345
6.3.2	Funktion der Hintergrundausblendung	347
6.3.3	Definitionen des Ultraschallnherungssensors	351
6.3.4	Ultraschallschranke	354
6.3.5	Ultraschallschranke in synchroner Betriebsart	354
6.3.6	Elektronik eines Ultraschallnherungssensors	355
6.4	Thermistoren	358
6.4.1	Temperaturabhängige Effekte	360
6.4.2	Temperaturabhängige Widerstände	361
6.4.3	NTC-Widerstände oder Heißleiter	363
6.4.4	PTC-Widerstände	365
6.4.5	Thermoelemente	367
6.4.6	Messungen mit Thermoelementen	369
6.4.7	Widerstandsthermometer mit Pt100 bzw. Ni100	371
6.4.8	Silizium-Temperatursensor als Pt100-Ersatz	374
6.4.9	Anschluss eines Widerstandsthermometers	375
6.5	Dehnungsmessstreifen	377
6.5.1	Aufbau eines Dehnungsmessstreifens	380
6.5.2	Messung einer mechanischen Biegung	386
6.5.3	Messung der Torsionsmomente	389
6.5.4	Druckmessung mittels Kraftmessdose	390
6.6	Drucksensoren	392
6.6.1	Brückenschaltung mit Piezowiderstnden	393
6.6.2	Ankopplung eines Drucksensors	394
6.6.3	Mediengetrennter Drucksensor	396
6.6.4	Technologie der Drucksensoren	398
6.6.5	Elektrische Kenndaten	401
6.6.6	Faktoren für die Stabilität in einer Messung	404
6.6.7	Relativdrucksensor bis 50 mbar bzw. 5 kPa	406
6.6.8	Begriffe und Erklärungen	408
	Begriffserläuterungen	413
	Literatur	431
	Sachverzeichnis	433