

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte im Rückblick	1
1.2 Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte heute	3
1.3 Systematische Lösungssammlungen	5
1.4 Sichere Produkte sind Chefsache	8
1.5 Zum Buch	9
2 Rechtliche Anforderungen an sicherheitsgerechte Produkte	11
2.1 Allgemeine Rechtssystematik	11
2.1.1 Grundlegende rechtliche Aspekte	11
2.1.2 Systematik des Produktsicherheitsrechts.....	13
2.2 Europäisches Produktsicherheitsrecht	14
2.2.1 Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.....	17
2.2.2 Europäische Normen	21
2.2.3 Konformitätsbewertungsverfahren.....	25
2.2.4 Technische Unterlagen	32
2.3 Nationales Produktsicherheitsrecht	36
2.3.1 Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG)	36
2.3.2 Staatliches und berufsgenossenschaftliches Regelwerk	39
2.3.3 GS-Zeichen, BG-PRÜFZERT-Zeichen	42
2.4 Produkthaftung	46
2.4.1 Produkthaftungsgesetz	47
2.4.2 Unbestimmte Rechtsbegriffe.	48
2.4.3 Produktfehler	50
2.4.4 Sicherheitstechnische Nachrüstungen und deren Kosten.....	53
2.4.5 Produktüberwachung	54
2.5 Zusammenfassung	57
3 Der Mensch im Arbeitssystem	59
3.1 Arbeitssystem	59
3.2 Funktionelle Systeme von Maschinen	64
3.2.1 Technisierungsstufe	66
3.2.2 Äußere Funktionselemente von Maschinen	68
3.2.3 Typologie der äußeren Funktionselemente	72
3.3 Zusammenfassung	76
4 Gefährdungen und Risiken im Arbeitssystem	77
4.1 Gefahr - Gefährdung - Risiko.....	77
4.2 Gefahren im Arbeitssystem.....	78
4.2.1 Stochastische und deterministische Gefahren	80
4.2.2 Mechanische Gefahren	86

4.2.3 Gefahr durch Kollision, Stoß und Sturz	87
4.2.4 Gefahr durch plötzlich freiwerdende mechanische Energie	91
4.3 Gefahrstellen	100
4.3.1 Grundtypen von Gefahrstellen	100
4.3.2 Verletzungen an Gefahrstellen.....	102
4.3.3 Gefahrstellen der funktionellen Systeme.....	105
4.3.4 Typologie und Systematik der Gefahrstellen	107
4.4 Gefahrenanalysen, Gefährdungsanalysen	115
4.4.1 Zweck von Gefährdungsanalysen.....	116
4.4.2 Durchführung von Gefährdungsanalysen	116
4.4.3 Suchstrategie für Gefährdungen	120
4.5 Risikobeurteilung	124
4.5.1 Umgang mit Risiken.....	124
4.5.2 Risiken in der Technik	125
4.5.3 Grenzrisiko, Restrisiko.....	129
4.5.4 Risikobeurteilung in der Praxis	131
4.5.5 Dokumentation der Risikobeurteilung	141
4.5.6 Nutzung zeitgemäßer Software-Tools	145
4.6 Sicherheitswidriges Verhalten	149
4.6.1 Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung	149
4.6.2 Grundprinzipien menschlichen Verhaltens	150
4.6.3 Verhaltensbedingte Unfälle	151
4.6.4 Unfälle durch Reflexe.....	154
4.6.5 Unfälle durch unbewusstes und bewusstes Handeln	155
4.6.6 Manipulation von Schutzmaßnahmen.....	158
4.6.7 Menschliche Zuverlässigkeit	160
4.6.8 Verhalten in gefährlichen Situationen.....	162
4.7 Zusammenfassung	164
5 Sicherheitstechnik	169
5.1 Sicherheitsstrategien	169
5.1.1 Grundlegende Konstruktionsmaßnahmen	171
5.1.2 Organisatorische Voraussetzungen.....	173
5.2 Konstruktionsmaßnahmen gegen stochastische Gefährdungen	176
5.2.1 Prinzip des sicheren Bestehens (safe life)	176
5.2.2 Prinzip des beschränkten Versagens (fail safe).....	185
5.2.3 Prinzip der Redundanz	192
5.2.4 Zuverlässige Steuerungen.....	198
5.2.5 Normen zu sicherheitsrelevanten Teilen von Steuerungen....	203
5.2.6 Wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren für Steuerungen .	206
5.2.7 Zusammenfassung	222
5.3 Konstruktionsmaßnahmen gegen deterministische Gefährdungen....	223
5.3.1 Drei Wege der Sicherheitstechnik	223
5.3.2 Funktioneller Ablauf eines Unfalls	226
5.4 Unmittelbare Sicherheitstechnik	228
5.4.1 Geometrische Gestaltungsmaßnahmen.....	228
5.4.2 Energetische Gestaltungsmaßnahmen	239
5.5 Mittelbare Sicherheitstechnik	249
5.5.1 Schutzeinrichtungen im Arbeitssystem	249
5.5.2 Schutzeinrichtungen: Grundtypen und Auswahlkriterien	250
5.5.3 Trennende Schutzeinrichtungen	254

5.5.4 Fangende Schutzeinrichtungen im Überblick	257
5.5.5 Schutzhauben an Drehmaschinen und Fräsmaschinen	259
5.5.6 Schutzhauben an Schleifmaschinen.....	267
5.5.7 Schutzaufbauten an Fahrzeugen	273
5.5.8 Grundlegende Bauarten trennender Schutzeinrichtungen	275
5.5.9 Gestaltung trennender Schutzeinrichtungen	278
5.5.10 Schutzeinrichtungen als Zukaufteile	290
5.5.11 Unverlierbare Befestigungselemente.....	294
5.5.12 Zusätzliche Funktionen trennender Schutzeinrichtungen.....	297
5.5.13 Abweisende Schutzeinrichtungen	302
5.6 Verriegelungen und Zuhaltungen	304
5.6.1 Funktionelle Kopplungen	304
5.6.2 Elektrische Verriegelung trennender Schutzeinrichtungen	308
5.6.3 Aufbau von Verriegelungen und Zuhaltungen	309
5.6.4 Arbeiten bei offenen Schutzeinrichtungen	317
5.6.5 Akzeptanz und Manipulation von Schutzeinrichtungen	321
5.7 Sicherheitsschalter	326
5.7.1 Elektromechanische Sicherheitsschalter	326
5.7.2 Sicherheits-Näherungsschalter	335
5.8 Ortsbindende Schutzeinrichtungen	344
5.8.1 Grundlegende Bauarten ortsbindender Schutzeinrichtungen .	344
5.8.2 Gestaltung ortsbindender Schutzeinrichtungen	350
5.9 Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion	358
5.9.1 Bauarten der Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion .	358
5.9.2 Durch Berührung wirkende Schutzeinrichtungen	361
5.9.3 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen	371
5.9.4 Lichtschranken	373
5.9.5 Lichtgitter und Lichtvorhänge	376
5.9.6 Blanking und Muting	383
5.9.7 Tastende Lasersysteme	391
5.9.8 Kamerabasierte Schutzsysteme.....	395
5.9.9 Ultraschall-Schutzsysteme	397
5.9.10 Passive Infrarot-Schutzsysteme	399
5.10 Hinweisende Sicherheitstechnik	402
5.10.1 Passive Sicherheitsinformationen	403
5.10.2 Aktive Sicherheitsinformationen.....	415
6 Spezielle Anwendungen der Sicherheitstechnik	427
6.1 Sicherung rotierender Maschinenteile	427
6.1.1 Sicherung von Fangstellen.	428
6.1.2 Sicherung von Einzugstellen	430
6.1.3 Sicherung von Einzugstellen mit variabler Geometrie.....	437
6.1.4 Sicherung von Auflaufstellen	438
6.2 Konstruktionsmaßnahmen gegen Absturzgefahren	444
6.2.1 Arbeitsbühnen und Podeste	445
6.2.2 Auf- und Abstiege	446
6.2.3 Geländer	458
6.2.4 Durchgänge	461
6.2.5 Multifunktionale Absturzsicherungen	464
6.2.6 Zusammenfassung	466

6.3 Not-Halt-Einrichtungen	467
6.3.1 Aktivierung von Not-Halt-Einrichtungen	468
6.3.2 Steuerungstechnische Aspekte	472
6.4 Hauptbefehlseinrichtungen	475
6.4.1 Funktion de Hauptbefehlseinrichtungen.....	475
6.4.2 Netztrenneinrichtung (Hauptschalter)	478
6.5 Findige konstruktive Lösungen in der Sicherheitstechnik.....	480
6.5.1 Anwendung geometrischer Prinzipien.....	480
6.5.2 Anwendung kinematischer Prinzipien.....	482
6.5.3 Anwendung allgemeiner Gestaltungsprinzipien	485
7 Gestaltung ergonomiegerechter Maschinen	487
7.1 Grundlagen und Randbedingungen.....	488
7.1.1 Langzeitwirkung ergonomischer Mängel.....	488
7.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept	489
7.2 Räumliche Gestaltung	492
7.2.1 Anthropometrische Daten	492
7.2.2 Somatographie	496
7.2.3 Körperstellungen und Körperhaltungen	499
7.2.4 Bewegungstechnische Gestaltung	500
7.2.5 Sichtgeometrie.....	503
7.2.6 Höhe von Arbeitsflächen.....	506
7.2.7 Mannlöcher, Durchgangs-, Zugangs- und Zugriffsöffnungen	511
7.3 Funktionselemente des Wahrnehmungs- und Handlungsbereichs..	516
7.3.1 Anzeiger und Anzeigen.....	516
7.3.2 Bedienteile	522
7.3.3 Vermeidung unerwünschter Betätigung von Bedienteilen...	524
8 Wichtige Begriffe der Maschinensicherheit	529
9 Schrifttum	547
10 Stichwortverzeichnis	573