

Inhalt

Vorwort	VII
Geleitwort	IX
Autorenverzeichnis	X
A Anlagen	1
1. Schmelzen	2
1.1 Eisen	2
1.1.1 Kupolofen	2
1.1.1.1 Stoff- und Energiebilanz	3
1.1.1.2 Auslegung und Betrieb eines Kupolofens	7
1.1.1.3 Ofensysteme und Gesamtanlagen	12
1.1.1.4 Prozesseitentechnik	20
1.1.1.5 Umweltschutz	22
1.1.2 Induktionsöfen	25
1.1.2.1 Direkte Energieübertragung: Umweltverträglich und effizient	25
1.1.2.2 Induktive Badbewegung	27
1.1.2.3 Feuerfestauskleidung	28
1.1.2.4 Auslegung von Fassungsvermögen, Leistung und Betriebsfrequenz	30
1.1.2.5 Betrieb des MF-Induktionstiegelofens	31
1.1.2.6 Erschmelzen von Stahlguss	35
1.1.2.7 Flüssigesenversorgung von automatischen Formanlagen	36
1.2 Stahl	43
1.2.1 Lichtbogenöfen	43
1.2.1.1 Geschichtliche Entwicklung der Elektrostahlerzeugung	43
1.2.1.2 Gegenüberstellung von Dreh- und Gleichstromöfen	44
1.2.1.3 Wesentliche Anlagenbauteile von Lichtbogenöfen	49
1.2.1.4 Einsatzstoffe für die Elektrostahlerzeugung	62
1.2.1.5 Stoff- und Energiebilanz	64
1.2.1.6 Elektrische Fahrweise	68
1.2.1.7 Metallurgie des Lichtbogenofens	75
1.2.1.8 Entwicklungstendenzen	77
1.2.2 Induktionsöfen	81
1.2.2.1 Der Induktionsofen im Vergleich zum Lichtbogenofen	81
1.2.2.2 Herstellung verschiedener Stahlsorten	81
1.2.2.3 Beispiel einer Induktions-Schmelzanlage zur Produktion von Baustahlknüppeln	85
1.2.3 Sonderschmelzverfahren	86
1.2.3.1 Einschmelzen	86
1.2.3.2 Umschmelzen	87
1.2.3.3 Elektroschlacke-Umschmelzen	90
1.2.3.4 Vakuum-Lichtbogen-Umschmelzen	94
1.2.3.5 Elektronenstrahl-Umschmelzen	94

1.3	NE-Metalle	97
1.3.1	Induktionsöfen für Kupfer, Aluminium, Zink, Magnesium, Silizium	97
1.3.1.1	Einsatzgebiete und Ofentypen	97
1.3.1.2	Kupfer	99
1.3.1.3	Aluminium	112
1.3.1.4	Zink	119
1.3.1.5	Magnesium	123
1.3.1.6	Silizium	126
1.3.2	Elektrisch widerstandsbeheizte Tiegelöfen	128
1.3.2.1	Prinzipieller Aufbau	128
1.3.2.2	Ofentypen	132
1.3.2.3	Temperaturfassung und Regelung von Schmelz und Warmhalteöfen	133
1.3.2.4	Verfahren und Anwendungen	134
1.3.2.5	Zusammenfassung	136
1.3.3	Vakuumöfen	136
1.3.3.1	Vakuum Induktions-Tiegelöfen	137
1.3.3.2	Vakuum-Kaltwand-Induktions-Tiegelöfen	140
1.3.3.3	Vakuum-Lichtbogenöfen	141
1.3.3.4	Vakuum-Lichtbogen Skull Melter	142
1.3.3.5	Elektronenstrahlschmelzöfen	143
1.3.3.6	Widerstandsbeheizte Öfen	145
1.3.4	Brennstoffbeheizte Öfen	146
1.3.4.1	Ein- und Zweikammerherdöfen	146
1.3.4.2	Aluminium-Schachtschmelzöfen	156
1.3.4.3	Schmelz- und Raffinationsöfen für Kupfer	161
1.3.4.4	Elektromagnetisches Rühren in Aluminiumschmelzöfen	176
1.3.5	Feinguss – Gießverfahren für Sonderlegierungen	184
1.3.5.1	Anlagentechnik für das Gießen von Titan und Titanlegierungen	185
1.3.5.2	Präzisions-Feinguss nach dem Wachsaußschmelzverfahren – ein Überblick	187
1.3.5.3	Herstellung der Gießformen für das Wachsaußschmelzverfahren	189
1.3.5.4	Schmelztiegel	190
1.3.5.5	Vakuum und Schutzgas	190
1.3.5.6	Induktives Schmelzen	191
1.3.5.7	Schleuder-Gießvorgang	191
1.4	Widerstandsbeheizte Öfen für Halbleiter	192
1.4.1	Züchtung von monokristallinen Siliziumingots	193
1.4.2	Züchtung von polykristallinen Siliziumingots	194
1.5	Glas	195
1.5.1	Brennstoffbeheizte Anlagen	196
1.5.2	Elektrische Beheizungssysteme und Elektroschmelzwannen	199
1.5.2.1	Elektroden und Elektrodenhalter	200
1.5.2.2	Elektrische Versorgung	203
1.5.2.3	Elektrische Beheizung als Zusatzbeheizung bei konventionellen Glasschmelzwannen	203
1.5.2.4	Anlagentechnik Elektrowanne	206
1.5.2.5	Einlegetechnik für vollelektrische Schmelzwannen	209

1.5.2.6	Energieverbrauch vollelektrischer Schmelzwannen	210
1.5.2.7	Vor- und Nachteile der Elektrowannen	210
2.	Wärmen	214
2.1	Anlagen zum Erwärmen von Stahl	214
2.1.1	Anlagen zum Erwärmen von Halbzeugen vor dem Walzen	214
2.1.1.1	Allgemeine Übersicht	214
2.1.1.2	Stoßöfen	215
2.1.1.3	Hubherdöfen, Hubbalkenöfen	219
2.1.1.4	Drehherdöfen	221
2.1.1.5	Methoden zur Wärmerückgewinnung	223
2.1.1.6	Ofenregelung	224
2.1.1.7	Ofenanlagen für Verfahren zum endabmessungsnahen Gießen	229
2.1.1.8	Induktiv beheizte Banderwärmungsanlagen	238
2.1.2	Anlagen zum Erwärmen von Vormaterial zum Schmieden	241
2.1.2.1	Gasbeheizte Schmiedeofen	241
2.1.2.2	Induktionsanlagen	254
2.2	Anlagen zum Erwärmen von Nichteisenmetallen	259
2.2.1	Brammenerwärmung und -homogenisierung	259
2.2.1.1	Hubherdöfen für Kupferbrammen	259
2.2.1.2	Tief- und Stoßöfen	265
2.2.2	Bolzenerwärmungsanlagen	270
2.2.2.1	Brennstoffbeheizte Anlagen	271
2.2.2.2	Induktive Bolzenerwärmung	281
2.2.2.3	Kombinationen	284
2.2.2.4	Blockerwärmung im magnetischen Gleichfeld	284
2.2.3	Homogenisierungsöfen für Aluminiumstränge	292
2.2.3.1	Einordnung in die Infrastruktur der Primär- und Sekundärhütten	292
2.2.3.2	Homogenisierung	293
2.2.3.3	Klassifizierung von Homogenisierungsöfen	294
2.2.3.4	Fahrweise des Ofens	294
2.2.3.5	Strömungsführung	296
2.2.3.6	Art der Beheizung	296
2.2.3.7	Auslegungskriterien	298
2.2.3.8	Brennstoff- und Stromverbrauchswerte	299
3.	Wärmebehandeln	301
3.1	Wärmebehandlungsanlagen für Stahl	302
3.1.1	Haubenöfen	302
3.1.1.1	Haubenöfen für Blechbunde	302
3.1.1.2	Haubenöfen für Draht	318
3.1.2	Durchlauföfen	322
3.1.2.1	Durchlauföfen für nicht rostenden Stahl und Kohlenstoffstahl	322
3.1.2.2	Durchlauföfen zum Wärmebehandeln von Elektroblech	331
3.1.2.3	Öfen für Rohre, Stäbe und andere Halbzeuge	339
3.1.2.4	Öfen zur Grobblechvergütung	359
3.1.3	Wärmebehandlungsöfen für Stück- und Schüttgut	364

3.1.3.1	Wärmebehandlungsofen für Schüttgüter	375
3.1.3.2	Induktionsöfen zum Härteln und Anlassen	386
3.1.3.3	Vakuum-Einkammeröfen	391
3.1.3.4	Vakuum- und Mehrkammervakuumöfen	415
3.1.3.5	Mehrzweckkammeröfen	428
3.1.3.6	Rollenherdöfen für Stückgüter	434
3.1.3.7	Durchstoßöfen	438
3.1.3.8	Weitere Öfen für Stückgüter	442
3.1.3.9	Vergüteanlagen	448
3.1.3.10	Rollenherdöfen für die Wärmebehandlung beim Presshärten	455
3.1.4	Reinigungsanlagen	477
3.2	Wärmebehandlungsanlagen für NE Metalle	479
3.2.1	Haubenöfen	479
3.2.2	Kammeröfen für Flachprodukte	481
3.2.3	Durchlauföfen für Flachprodukte	485
3.2.3.1	Kupferlegierungen	488
3.2.4	Durchlauföfen für Langprodukte	492
3.2.5	Öfen für Guss- und Schmiedeteile	496
3.2.5.1	Kammeröfen für Guss- und Schmiedeteile	497
3.2.5.2	Durchlauföfen für Guss- und Schmiedeteile	498
3.2.5.3	Durchlauföfen mit Jet-Heating für die Erwärmung und die Wärmebehandlung von Schmiede- und Gussteilen aus Aluminium	501
3.3	Thermische Veredlung von Flachglas	506
3.4	Öfen und Brennprozesse für die Keramik	518
3.4.1	Brennstoff beheizte Keramiköfen	518
3.4.1.1	Werkstoffe für den Ofenbau	518
3.4.1.2	Durchlaufofenanlagen für die keramische Industrie	523
3.4.1.3	Chargenöfen für die keramische Industrie	528
3.4.1.4	Berechnung von Ofenanlagen	531
3.4.1.5	Brennprozesse keramischer Materialien	537
3.4.2	Drehrohröfen in der keramischen Industrie	571
3.4.2.1	Gutbewegung im Drehrohrofen	572
3.4.2.2	Gestell und mechanischer Aufbau	573
3.4.2.3	Auslegung	577
3.5	Mikrowellenerwärmung und dielektrische Hochfrequenzwärmung	579
3.5.1	Mikrowellenanlagen	579
3.5.1.1	Probenaufbereitung mit Mikrowellentrocknern in der Minenindustrie	581
3.5.1.2	Mikrowellentrocknung von Dialysatoren	582
3.5.1.3	Bedeutung der Handlingsysteme für Mikrowellen-Batchanlagen für den UpScale	583
3.5.1.4	Strangziehanlagen von faserverstärkten Polymerwerkstoffen mit Mikrowellen	583
3.5.1.5	Ultraschnelle Erhitzung von flüssigen Produkten zur Reaktionsbeschleunigung, Pasteurisation, Sterilisation mit Mikrowellen Flowheatern	585
3.5.1.6	Kontinuierliche Mikrowellentrocknung wabenkeramischer Produkte	586
3.5.1.7	Mikrowellentrocknung von Lebensmitteln	586
3.5.1.8	Kontinuierliche Endtrocknung im ppm-Bereich chemischer Vorprodukte	588
3.5.1.9	Semi-kontinuierliche Mikrowellen-Vakuumtrocknung mit Trommel	588

3.5.1.10	Kontinuierliche Mikrowellen-Vakuumtrocknung mit Spiraltrommel.....	590
3.5.1.11	Mikrowellen-Vakuumtrocknung von API im Pharmabereich unter ExSchutz.....	591
3.5.1.12	Entbindern von Hartmetallen mit Mehretagen Mikrowellen Hybridofen	592
3.5.2	Dielektrische Hochfrequenzwärmung.....	593
3.5.2.1	Design, Modellierung, Produktion	595
3.5.2.2	Anwendungsbeispiele der dielektrischen Hochfrequenzwärmung für die Holzverleimung	597
3.5.2.3	Weitere Anwendungen der dielektrischen Hochfrequenzwärmung	599
3.6	Plasmaöfen zur Wärmebehandlung.....	600
3.6.1	Verfahrenstechnik	601
3.6.2	Ablauf des Plasmanitrierens	601
3.6.3	Gasnitrieren und Plasmanitrieren im Vergleich.....	602
3.6.4	Konzeptionierung von Plasmanitrieranlagen	603
3.6.5	Arbeits- und Umweltschutz	606
3.6.6	Energieeffizienz.....	606
3.6.7	Trends und Zukunftsperspektiven	610
3.7	Öfen für die Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe	611
3.7.1	Öfen für die Pulvermetallurgie	611
3.7.1.1	Anlagen zur Pulverherstellung	612
3.7.2	Öfen zum Sintern	621

3.7.2.1	Prinzipielle Prozessschritte	621
3.7.2.2	Anlagen zum Sintern	627
3.7.3	Drehrohrsinteröfen für Ferrite	633
4	Oberflächentechnik	641
4.1	Feuerverzinkungsanlagen	642
4.1.1	Feuerverzinkungsprozess	642
4.1.2	Feuerverzinkungsstraße	646
4.1.3	Glühverfahren	647
4.1.4	Glühtechnologie	648
4.2	Öfen zum Tauchverzinnen	652
4.3	Öfen zum Lackeinbrennen	655
4.3.1	Effizienter Einsatz von Energie und Prozessmedien	655
4.3.2	Wärmeübertragungsarten	656
4.4	Öfen zur Pulverbeschichtung	659
4.5	Öfen zum Emaillieren	661
4.5.1	Vorbehandlung	661
4.5.2	Auftragstechnik	662
4.5.3	Trocknung	662
4.5.4	Ofen- und Beheizungstechnik	662
4.5.5	Fördertechnik	664
4.6	Induktionsöfen zum Erwärmen von beschichteten Bändern	664
4.7	PVD-Verfahren zur Abscheidung von verschleiß- und reibungsmindernden sowie dekorativen Schichten	666
4.7.1	Verfahrenstechnische Grundlagen	666
4.7.1.1	Erzeugung des Teilchenflusses	666
4.7.1.2	Charakteristika des Plasmas	669
4.7.1.3	Industrielle Plasmaerzeugung	669
4.7.2	Beschichtungsprozess	671
4.7.2.1	Zonenmodell	671
4.7.2.2	Wirkung von hochenergetischen Teilchen beim Schichtwachstum	671
4.7.3	Plasma und -ionengestützte PVD-Beschichtungsverfahren	674
4.7.3.1	Elektronenstrahlverdampfung mit Plasma- und Ionenaktivierung	674
4.7.3.2	Bogenentladung für die Beschichtung	679
4.7.3.3	Sputterverfahren	690
4.7.4	PVD-Beschichtungstechnologie	694
4.7.4.1	Teilprozesse von PVD-Beschichtungsprozessen	694
4.7.4.2	Energetische Betrachtungen: Beispiel kathodische Vakuum-Bogenentladungsverdampfung	695
5	Fügen und Trennen	701
5.1	Löten	702
5.1.1	Anlagen für das Ofenlöten	702
5.1.1.1	Ofenlöten	705

5.1.1.2	Löten unter Luftatmosphäre bei Verwendung von Flussmitteln.....	705
5.1.1.3	CAFB-Verfahren für Aluminiumbauteile.....	706
5.1.1.4	Löten ohne Flussmittel im CAB-Verfahren	706
5.1.1.5	In-line-Löten.....	709
5.1.2	Vakuum Hochtemperaturlöten.....	709
5.1.2.1	Evakuieren des Vakuum-Kammerofens.....	710
5.1.2.2	Aufheizen auf Durchwärmtemperatur.....	711
5.1.2.3	Aufheizen auf Löttemperatur	712
5.1.2.4	Vakuumkühlung	712
5.1.2.5	Schnellkühlung	712
5.2	Schweißen	712
5.2.1	Induktives Längsnahtschweißen von Rohren.....	712

B	Komponenten	717
1.	Brennstoff-Erwärmung.....	718
1.1	Industriebrenner	718
1.1.1	Ausführungsformen	718
1.1.1.1	Kaltluftbrenner	718
1.1.1.2	Warmluftbrenner	731
1.1.1.3	Rekuperatorbrenner.....	743
1.1.1.4	Regeneratorbrenner.....	754

1.1.2	Armaturen und Elektronik	759
1.1.2.1	Gas- und Luftversorgung.....	759
1.1.2.2	Automatische Absperrarmaturen.....	764
1.1.2.3	Dichtheitskontrolle	767
1.1.2.4	Brennerregelung	767
1.1.2.5	Brennerzündung und -überwachung.....	771
1.1.3	Sicherheitsaspekte der Betrieblichen Gasversorgung mit Erdgas.....	777
1.1.3.1	Gesetzliche Vorschriften und Regelwerke.....	777
1.1.3.2	Gas-Druckregel- und Messanlagen in Industriebetrieben	781
1.1.3.3	Erdgasleitungen auf dem Werksgelände.....	786
1.1.4	Sauerstoffverbrennung	790
1.1.4.1	Grundlagen	790
1.1.4.2	Flammlose Verbrennung.....	796
1.1.4.3	Anwendungen.....	801
1.1.4.4	Brennersysteme.....	806
1.2	Abwärmennutzung.....	808
1.2.1	Zentral-Rekuperatoren.....	808
1.2.1.1	Rekuperatorbauarten.....	810
1.2.1.2	Temperaturregelung und Rekuperatorschutz	819
1.2.1.3	Werkstoffe für Rekuperatoren.....	825
1.2.1.4	Korrosionen an Rekuperatoren.....	828
1.2.1.5	Betriebskostensenkung durch den Einsatz von Zentral-Rekuperatoren.....	831
1.2.2	Regeneratoren	832
1.2.2.1	Klassische Regeneratoren	832
1.2.2.2	Zentral-Regeneratoren.....	833
1.2.2.3	PulsReg®-Medusa Regeneratoren	835
1.2.2.4	Reinigung der Wärmetauscherfüllung während des Betriebes	836
1.2.2.5	Drehbett-Regenerator.....	836
1.3	Schutz- und Reaktionsgase	838
1.3.1	Liefergase – Technische Gase	838
1.3.1.1	Gase.....	839
1.3.1.2	Produktion – Verflüssigung Technischer Gase	840
1.3.1.3	Alternative Verfahren zur Gewinnung von technischen Gasen	842
1.3.1.4	Wasserstofferzeugung	844
1.3.1.5	Versorgung-Lieferformen	844
1.3.1.6	Sicherer Umgang mit Technischen Gasen	844
1.3.2	Schutz- und Reaktionsgasanlagen.....	847
1.3.2.1	Herstellung von Schutz- und Reaktionsgasen	848
1.3.2.2	Liefergas- und Gasmischsanlagen.....	851
1.3.2.3	Schutzgaserzeugung im Arbeitsraum	852
1.3.2.4	Anwendungen von Schutz- und Reaktionsgasen	852
1.4	Strahlheizrohre	853
1.4.1	Strahlrohrbauformen.....	853
1.4.2	Wärmerückgewinnung bei Strahlheizrohren	856
1.4.3	Temperaturgleichmäßigkeit.....	859
1.4.4	Regelung von Strahlheizrohren	860
1.4.5	Strahlrohranordnung und Auslegung	860
1.4.6	Simulationsmethoden zur Auslegung von Strahlheizrohren.....	864

1.5	Ventilatoren für Hochkonvektionsanlagen	868
1.5.1	Theoretische Grundlagen	869
1.5.2	Bauformen	871
1.5.2.1	Axialventilatoren.....	871
1.5.2.2	Radialventilatoren	874
1.5.2.3	Querstromventilatoren	876
1.5.3	Schaufelgeometrie...	876
1.5.4	Leitsysteme.....	878
1.5.5	Ventilatorkennlinien.....	880
1.5.6	Anlagenkennlinie und Betriebspunkt.....	883
1.5.7	Reihenschaltung von Ventilatoren am Beispiel eines Schwebebandofens.....	885
2.	Elektrische Erwärmung.....	889
2.1	Energieversorgung für Induktionsanlagen.....	890
2.1.1	Grundlagen der induktiven Erwärmung.....	890
2.1.2	Stromversorgungen für die Induktionserwärmung	891
2.1.3	Schwingkreisumrichter	891
2.1.3.1	Parallelschwingkreisumrichter	892
2.1.3.2	Serienschwingkreisumrichter.....	897
2.1.3.3	Umrichter mit L-LC-Lastschaltung	899
2.1.3.4	Umrichter mit PWM moduliertem Wechselrichter	900
2.1.3.5	Hybridschwingkreisumrichter	901
2.1.3.6	Hochfrequenz Röhrengenerator	901
2.1.3.7	Direktumrichter	903
2.1.4	Schwingkreislose Stromversorgungen	903
2.1.5	Stromversorgungen mit fester Frequenz.....	903
2.1.6	Entwicklungstendenzen	904
2.2	Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik für elektrische Heizleiter in industriellen Ofenanwendungen	905
2.2.1	Grundlagen der allgemeinen Regelungstechnik.....	905
2.2.1.1	Definition.....	905
2.2.1.2	Aufgabe einer Regelung	905
2.2.1.3	Grundprinzip einer Regelung.....	905
2.2.1.4	Typen von Reglern.....	906
2.2.1.5	Kaskadenregelung	906
2.2.2	Verschaltungsmöglichkeiten von Heizelementen	907
2.2.2.1	Grundlagen	907
2.2.2.2	Dreieckschaltung	907
2.2.2.3	Sternschaltung.....	907
2.2.2.4	Reihen- und Parallelschaltung von ohmschen Verbrauchern	908
2.2.3	Ansteuerung von Heizelementen	909
2.2.3.1	Schützsteuerung.....	909
2.2.3.2	Thyristorsteuerung	909
2.2.4	Regelungstechnisches Verhalten unterschiedlicher Heizsysteme	910
2.2.4.1	Heizleiter aus metallischen Widerstandsmaterial	910
2.2.4.2	Heizleiter aus keramischen Widerstandsmaterial (SiC)	911
2.2.4.3	Heizleiter aus metallisch-keramischen Widerstandsmaterial (MoSi ₂).....	913

C Sicherheit und Normung von Thermoprozessanlagen	915
1. Anlagensicherheit bei dem Einsatz brennbarer Schutzgase.....	916
1.1 Grundlagen des Explosionsschutzes	916
1.2 Beurteilung der Explosionsgefahr.....	918
1.2.1 Grundsatz	918
1.2.2 Stoffeigenschaften.....	918
1.2.3 Beurteilung der Prozessschritte in der Anlage	920
1.2.4 Beispiele	922
1.3 Schutzmaßnahmen.....	922
1.3.1 Grundlagen	922
1.3.2 Beispiele zu den Schutzmaßnahmen	924
1.3.2.1 Primärer Explosionsschutz	924
1.3.2.2 Vermeiden von Zündquellen.....	925
1.3.2.3 Begrenzung der Explosionsauswirkungen auf ein unbedenkliches Maß	930
1.4 Sicherheitskonzepte.....	935
2. Explosionsschutz bei Thermoprozessanlagen	939
2.1 Hauben- und Kammeröfen	939
2.2 Durchlauföfen mit Schleusen für den Gutein- und -austritt.....	941
2.3 Durchlauföfen mit mechanischen Abdichtungen am Ein- und Austritt	942
2.4 Durchlauföfen mit offenen Übergängen, Strahlvorhängen und Streifenabdichtungen.....	943
3. Hilfseinrichtungen zur Vermeidung von Explosionen bei Thermoprozessanlagen	947
3.1 Gaswarneinrichtungen	947
3.2 EMSR/PLT-Einrichtungen.....	950
3.3 Sicherheit von Brenngasinstallationen.....	953
3.4 Abgasanlagen	955
3.5 Zusammenfassung	957
4. Steuern, Regeln, Überwachen und Visualisieren von Thermoprozessanlagen.....	959
4.1 Steuern, Regeln, Überwachen, Bedienen und Beobachten	959
4.2 Prozessleitfunktionen.....	959
4.3 Archivierung	959
4.4 Das Primat der Sicherheit.....	960
4.5 Sicherheitsgerichtete Automatisierungstechnik	961
4.6 Vertikale Integration	961
4.7 Modernisierung von Steuerungen.....	962
5. Normen und gesetzliche Vorschriften.....	963
5.1 Normungsorganisationen	963

5.2	Normen, Normungsbezeichnungen und deren Wirkungsbereich.....	964
5.2.1	DIN-Norm.....	964
5.2.2	EN-Norm und DIN EN-Norm	965
5.2.3	ISO-Norm, DIN ISO-Norm, EN ISO-Norm und DIN EN ISO-Norm	965
5.3	Grundsätzliches zur europäischen Normungsarbeit	965
5.3.1	EG-Binnenmarktrichtlinien.....	965
5.3.2	Neue Konzeption (New Approach)	966
5.3.3	Zusammenhang zwischen Richtlinie und Normung.....	967
5.3.4	Anwendung Europäischer Harmonisierter Normen.....	967
5.4	Die EG-Maschinenrichtlinie	968
5.4.1	Struktur der Maschinenrichtlinie.....	968
5.4.2	Allgemeine Anforderungen an Maschinen.....	969
5.4.3	Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen	970
5.4.4	Schutzklauselverfahren.....	972
5.4.5	Konformitätsbewertungsverfahren	972
5.4.6	Verfahren für unvollständige Maschinen	974
5.4.7	CE-Kennzeichen	974
5.4.8	Betrieb von Anlagen und UVV.....	975
5.4.9	Normungsstruktur zur Maschinenrichtlinie.....	975
5.4.10	Vermutungswirkung	976
5.4.11	Aufbau einer Typ C-Norm.....	976
5.5	Übersicht von Normen für Thermoprozessanlagen mit Bezug zur Maschinenrichtlinie	978
5.6	Übersicht von Normen für Thermoprozessanlagen mit Bezug zur Elektrotechnik.....	979
5.7	Übersicht von ISO-Normen für Thermoprozessanlagen	980
5.8	Wie liest man eine Norm	981
6.	Zusammenstellung von Normen für Thermoprozessanlagen.....	983
6.1	Wichtige Typ A-Normen für Thermoprozessanlagen.....	983
6.1.1	DIN EN ISO 12100-1	983
6.1.2	DIN EN ISO 12100-2	983
6.2	Wichtige Typ B-Normen für Thermoprozessanlagen.....	984
6.2.1	DIN EN 953	984
6.2.2	DIN EN ISO 13732-1	984
6.2.3	DIN EN ISO 13849-1	985
6.2.4	DIN EN ISO 13850	986
6.2.5	DIN EN 60204-1	986
6.2.6	DIN EN 61496-1	987
6.3	Wichtige Normen (Typ C-Normen) für Thermoprozessanlagen.....	987
6.3.1	DIN EN 746-1	988
6.3.2	DIN EN 746-2	989
6.3.3	DIN EN 746-3	990
6.3.4	DIN EN 746-4	990
6.3.5	DIN EN 746-5	991

6.3.6	DIN EN 746-6	992
6.3.7	DIN EN 746-7	993
6.3.8	DIN EN 746-8	993
6.3.9	DIN EN 1547	994
6.3.10	DIN EN 1539	995
6.3.11	DIN 24201	996
6.4	Normen für Komponenten von Thermoprozessanlagen	996
6.4.1	DIN EN 161	996
6.4.2	DIN EN 298	997
6.5	Wichtige Elektrische Normen für Thermoprozessanlagen	997
6.5.1	DIN IEC 60519-1	997
6.5.2	DIN EN 60519-2	998
6.5.3	DIN EN 60519-3	999
6.5.4	DIN EN 60519-4	999
6.5.5	DIN IEC 60519-5	999
6.5.6	DIN IEC 60519-6	1000
6.5.7	DIN EN 60519-7	1000
6.5.8	DIN EN 60519-8	1001
6.5.9	DIN IEC 60519-9	1001
6.5.10	DIN EN 60519-10	1001
6.5.11	DIN EN 60519-11	1002
6.5.12	DIN EN 60519-21	1003
	Stichwortverzeichnis	1005
	Alphabetisches Firmenverzeichnis	1025
	Inserentenverzeichnis	1035