

Inhaltsverzeichnis

Teil I

Darle W. Dudley

1 Einleitung	3
1.1 Geschichte der Verzahnungen.....	3
1.2 Entwicklung von Verzahnungen	7
1.3 Entwicklung von Organisationen für die Zahnradherstellung	7
1.4 Entwicklungen bei Bonfiglioli Riduttori	8
1.5 Aufbau dieses Handbuchs	11

Teil II

Jacques Sprengers

1 Dynamik fester Körper	21
1.1 Einleitung.....	21
1.2 Schwerpunkt fester Körper.....	21
1.3 Bewegungen von Festkörpern	23
1.4 Geradlinige fortschreitende Bewegung	23
1.5 Kreisbewegung.....	23
1.6 Mechanische Energie, Arbeit und Leistung	23
1.6.1 Einleitung	23
1.6.2 Die potentielle Energie	24
1.6.3 Kinematische Energie.....	24
1.6.4 Arbeit bei der gleichförmigen geradlinigen Bewegung	26
1.6.5 Arbeit bei der gleichförmigen Kreisbewegung	26
1.6.6 Leistung bei einer gleichförmigen geradlinigen Bewegung.....	26
1.6.7 Leistung der Kreisbewegung	27
1.7 Trägheit.....	28

X Inhaltsverzeichnis

1.7.1 Einleitung	28
1.7.2 Trägheit von Festkörpern während einer Schubbewegung	28
1.7.3 Das Läufergleichgewicht. Umwuchten bei einem rotierenden Körper	30
1.7.4 Trägheit in der Beschleunigten Kreisbewegung. Massenträgheitsmomente	31
1.8 Gleitreibung	34
1.8.1 Grundgleichung	34
1.8.2 Winkelwert der Reibungszahl.....	34
1.8.3 Die Keilwirkung	35
1.8.4 Reibung einer Rolle auf ihren Achsen	37
1.8.5 Reibung zwischen einem Riemen und seiner Scheibe	38
1.8.6 Haftreibungskraft.....	40
1.8.7 Reibung auf Scheiben.....	41
1.8.8 Einige Gleitwerte.....	42
1.9 Rollwiderstand oder Wälzreibung.....	43
1.10 Notwendiges Drehmoment für eine Translationsrolle.....	44
1.11 Das Anlaufdrehmoment	44
1.12 Kinematische Kette	45
1.12.1 Definition	45
1.12.2 Drehmomente	45
1.12.3 Trägheitsmomente	46
1.12.4 Elastische Konstanten der Achsen.....	46
1.12.5 Anbringen eines Laufkrans an einer Hebewinde	47
2 Festigkeit von Werkstoffen	48
2.1 Zug-Einfacher Druck.....	48
2.2 Scherung	49
2.3 Reine Biegung.....	50
2.3.1 Flachbiegung	50
2.3.2 Abgelenkte Biegung	52
2.4 Torsion	53
2.5 Durchbiegung bei Spitzenlast.....	54
2.6 Zusammensetzung einfacher Beanspruchungen	56

Teil III

Jacques Sprengers

1 Spannungen, Belastungen und Werkstoffe.....	61
1.1 Einleitung.....	61
1.2 Spannungen.....	61

1.3 Eigenschaften der Werkstoffe	62
1.3.1 Zulässige statische Spannung	62
1.3.2 Ermüdungsgrenze-Widerstandsgrenze	63
1.4 Werkstoffe.....	69
1.4.1 Allgemeines.....	69
1.4.2 Eisenhaltige Materialien	70
1.4.3 Bronzen	74
2 Geometrie der Zahnräder	75
2.1 Allgemeines	75
2.2 Die Evolvente.....	76
2.3 Elementarer geometrischer Kreis - Theorie des Eingriffs	78
2.4 Das Bezugsprofil.....	80
2.5 Geometrisches Rad - Profilverschiebungsfaktor	81
2.6 Zahndicke.....	82
2.7 Einfluß des Profilverschiebungsfaktors, Eingriffsstörungen	84
2.8 Bezugsachsabstand - Modifizierter Achsabstand	86
2.9 Berührungsverhältnis	88
2.10 Berechnung eines Winkels beginnend an seiner Evolventen	91
3 Mechanische Zahnräder	92
3.1 Allgemeines	92
3.2 Geradstirnräder	92
3.2.1 Bestimmung.....	92
3.2.2 Geometrie	92
3.2.3 Standardisierte Basisprofile und Module.....	93
3.2.4 Breite des Zahns	94
3.2.5 Unterschneidung.....	94
3.2.6 Zahndicke	94
3.2.7 Innenverzahnung	95
3.3 Radpaare mit parallelen Achsen und mit Geradzähnen	96
3.4 Schrägstirnräder, Evolventenschraubenfläche.....	97
3.4.1 Schrägstirnräder.....	100
3.4.2 Stirnradpaare mit Schrägzähnen	105
3.4.3 Gleiten	109
3.4.4 Kräfte.....	114
3.4.5 Eingriffverhältnis - Geschwindigkeitsverhältnis.....	117
3.4.6 Berührungsdruck	117
3.4.7 Profilverschiebungsfaktor.....	119
3.4.8 Radpaare mit Übersetzung ins Langsame - Radpaare mit Übersetzung ins Schnelle.....	119
3.4.9 Modifikationen für die Verzahnung	120
3.4.10 Mechanische Verluste in den Zahnrädern.....	123

3.5 Kegelradpaare	123
3.5.1 Definition	123
3.5.2 Äquivalente Räder. Trestgold Hypothese.....	126
3.5.3 Konstante Zahnhöhe beim Kegelrad.....	128
3.5.4 Zahnräder mit konstanter Zahnhöhe	129
3.5.5 Kräfte, die auf die Kegelverzahnungen wirken.....	130
3.5.6 Abmessungen der Radkörper.....	131
3.6 Zylinderschneckenrad und Schnecke	134
3.6.1 Definition	134
3.6.2 Hauptabmessungen.....	134
3.6.3 Leistungsvermögen der Schneckenräder und der Schnecken. Irreversibilität	137
3.6.4 Zahnprofile	138
3.6.5 Kräfte	139
3.7 Einfacher Planeten-Getriebezug.....	141
3.7.1 Beschreibung.....	141
3.7.2 Kinematische Relation.....	142
3.7.3 Kräfte.....	143
3.7.4 Vorteile der Planeten-Getriebezüge.....	144
4 Abmessung der Zahnräder	145
4.1 Abmessung der Zahndicke	145
4.1.1 Tangente am Grundkreis	145
4.1.2 Messung der Zahndickensehne.....	147
4.1.3 Messung durch Kugeln und Dorne	149
4.2 Teilungsabmaß	150
4.3 Profilkontrolle	153
4.4 Neigungskontrolle	156
4.5 Zusammengesetzte tangentielle Abweichung	157
4.6 Zusammengesetzter Radialfehler (Messung auf den zwei Flanken).....	158
4.7 Rundlaufabweichung	159
4.8 Präzision des Zahnradkörpers	159
4.9 Achsabstandsfehler und Parallelität der Achsen	161
4.10 Informationen über die Normen	162
4.11 Verdrehflankenspiel	163
4.12 Berührungsprüfung	166
5 Berechnung der Zahnräder	167
5.1 Betrachtung des Aussehens der Verzahnung nach dem Betrieb.....	167
5.2 Belastungsvermögen von Zahnrädern mit parallelen Achsen und von Kegelradpaaren	168
5.2.1 Vorbeugung des Pittings (Berührungsdruck).....	168
5.2.2 Wirkende Kraft auf den Zahnkopf.....	169

5.3 Standard ISO Norm 6336 (oder DIN 3990).....	172
5.3.1 Einleitung	172
5.3.2 Einflußfaktoren	173
5.3.3 Berechnung des Berührungsdrucks	180
5.3.4 Berechnung der Biegung des Zahnfußes	185
5.3.5 Zulässiger Spannungsfaktor.....	190
5.4 Norm ISO 10300 (Kegelradpaare).....	191
5.4.1 Einleitung	191
5.4.2 Einflußfaktoren.....	191
5.4.3 Berührungsgebiet.....	193
5.4.4 Berechnung des Berührungsdrucks	195
5.4.5 Berechnung der Biegung auf dem Zahnfuß	197
5.4.6 Werkstoffe.....	199
5.5 Berechnung mit einem Belastungsspektrum.....	199
5.5.1 Vollständige Berechnung	199
5.5.2 Näherungsberechnung	200
5.6 Berechnung von Schneckenrad und Schnecke	200
5.6.1 Allgemeines.....	200
5.6.2 Belastungsvermögen bei Berührungsdruck	201
5.6.3 Abnutzungsvermeidung.....	202
5.6.4 Zahnbiegung.....	204
5.6.5 Normative Bemerkungen.....	204
5.6.6 Reversibilität und Wirkungsgrad.....	204
6 Wellen	207
6.1 Bestimmungen und Funktionen.....	207
6.2 Wellen und Kräfte in den Verzahnungen	207
6.3 Untersuchung der theoretischen Spannung	208
6.3.1 Biegung	208
6.3.2 Drehung.....	213
6.3.3 Normale Kraft.....	213
6.3.4 Äußere Druckspannung	213
6.4 Reale Kräfte (Spannungskonzentrationsfaktor-Formfaktor)	213
6.5 Zulässige statische Kraft	214
6.5.1 Statische Bruchkraft während des Zugs.....	214
6.5.2 Elastische Grenze (Faktor Y_E)	215
6.5.3 Zugelassene statische Kraft	215
6.6 Zulässige Kraft für eine unbegrenzte Dauer.....	215
6.6.1 Widerstand (Widerstandsfaktor Y_C).....	215
6.6.2 Widerstandsverändernde Faktoren	216
6.6.3 Zulässige Kraft für eine unendliche Dauer	218
6.7 Zulässige Kraft (σ_p).....	218
6.8 Spannungskonzentrationsfaktor (Y_β , Y_α)	219

6.8.1 Definition	219
6.8.2 Kerbempfindlichkeit.....	219
6.8.3 Kerbgradient.....	220
6.8.4 Kerbfaktor	220
6.8.5 Wert der zulässigen Grenzspannungskonzentration und des Kerbgefälles	220
6.8.6 Faktor der statischen Spannungskonzentration.....	224
6.9 Formfaktor	224
6.10 Reale Spannung.....	225
6.11 Sicherheitsfaktoren.....	225
6.11.1 Einfache Spannung.....	225
6.11.2 Spannung bis zur Bezugsspannung verkleinert.....	226
6.11.3 Zusammensetzung der Spannungen mit gleicher Richtung.....	226
6.11.4 Spannungen mit irgendeiner Richtung.....	227
6.11.5 Durch ein Belastungsspektrum erzeugte Spannungen	228
6.12 Wichtigkeit der Spannungskonzentration.....	229
6.13 Design einer Welle.....	230
6.14 Wellenverformungen.....	231
7 Verbindungen Welle-Nabe und Nabe-Welle	234
7.1 ISO System der Toleranzen	234
7.2 Rauheitsmessung.....	237
7.3 Befestigung mit prismatischer Paßfeder.....	238
7.4 Übermaßmontage	241
7.5 Passungsrost.....	243
7.6 Keile.....	245
7.7 Kupplungen-Allgemeines.....	248
7.8 Starre Kupplungen	248
7.9 Elastische Kupplungen.....	250
7.10 Verzahnungskupplungen.....	251
7.11 Reibungskupplungen	252
7.12 Schrumpfscheiben-Hülse Kupplung.....	253
8 Lager.....	254
8.1 Allgemeines	254
8.2 Klassifikation der Lager aufgrund der Gelenke	254
8.3 Klassifikation der Lager bezüglich ihrer Positionierung	254
8.4 Berechnung von Lagern	255
8.5 Variable Belastungen	257
8.6 Statisches Vermögen.....	257
8.7 Abmessungen der Lager.....	257
8.8 Radialkugellager in einer Hohlkehle.....	258

8.9 Zweireihige selbstausrichtende Kugellager	259
8.10 Zylinderrollenlager	260
8.11 Zweireihige selbstausrichtende Radialkugellager	261
8.12 Schrägkugellager	262
8.13 Kegelrollenlager	263
8.14 Auswahl der Lager	265
8.15 Befestigung der Lager	266
8.16 Demontieren von Lagern	270
8.17 Grenzgeschwindigkeit und Kreislaufzahl	270
8.18 Öldichtungsringe	270
9 Schmierstoffe und Schmierung	274
9.1 Funktion der Schmierung	274
9.2 Schmierstoffarten	274
9.3 Mineralschmierstoffe	275
9.4 Schmierfette	275
9.5 Synthetische Schmierstoffe	276
9.6 Viskosität	276
9.6.1 Definition	276
9.6.2 Veränderung der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur	277
9.6.3 Änderung der Viskosität mit dem Druck	278
9.6.4 Messung der Viskosität	278
9.6.5 Normbestimmungen der Viskosität (ISO)	279
9.7 Andere Eigenschaften der Schmierstoffe	279
9.8 Verfallsursachen	280
9.9 Auswahl des Schmierstoffs	280
9.10 Betrieb bei niedriger Temperatur	282
9.11 Betrieb bei hoher Temperatur	282
9.12 Schmierungsanweisungen bei Zahnrädern	282
9.13 Elasto-Hydro-Dynamischer Zustand (EHD)	283
9.14 Thermisches Fressen	284
10 Gehäuse	286
10.1 Definitionen und Funktionen	286
10.2 Werkstoffe	286
10.3 Hauptfunktion: Lagerstütze	287
10.4 Berechnung mit finiten Elementen	287
10.5 Zweite Funktion: Dichte	288
10.6 Dritte Funktion: Außenbefestigung	291
10.7 Zubehör	291
10.8 Herstellung und Genauigkeit der Gehäuse	292
10.9 Geschnittene Elemente für Zusammenbau (Bolzen und Nute)	292
10.10 Wirtschaftliche Bedingungen, die die Gehäuseauswahl beeinflussen	297

11 Standardzahnradgetriebe	298
11.1 Definition und Anwendungsgebiete	298
11.2 Konstruktionsgrundlagen	299
11.3 Zahnradgetriebetyp	300
11.4 Auswahl eines Zahnradgetriebes	301
11.5 Betriebsfaktor	301
11.6 Äquivalente Leistung	302
11.7 Berechnungsbeispiel	302
11.8 Faktoren, die den Betriebsfaktor beeinflussen	303
11.9 Besondere Vorsichtsmaßnahmen	303
11.10 Getriebemotoren	304
12 Vibrationen und Geräusche	305
12.1 Natürliche Vibration	305
12.2 Erzwungene Vibration	306
12.3 Vibrationsmodalitäten	307
12.4 Biegungsvibration	307
12.5 Drehvibrationen	308
12.6 Funktion der sinusförmigen Vibration	309
12.7 Funktion einer periodischen Vibration (Fourier)	310
12.8 Modal-Anlysis	310
12.9 Messung der Vibrationen	311
12.10 Vibrationsursachen in Zahnradgetrieben. Frequenz des Eingriffs.....	312
12.11 Vibrationseffekte.....	313
12.12 Geräusche.....	313
12.13 Geräuschmessung	314
12.14 Wohlüberlegte Meßskalen (dB _A)	315
12.15 Geräuschmessung bei Zahnradgetrieben	316
13 Thermische Leistung der Zahnräder	317
13.1 Bestimmung	317
13.2 Verluste in Zahnradgetrieben	317
13.3 Verluste während des Eingriffs	318
13.4 Verluste wegen Klappern	319
13.5 Verluste in den Lagern	320
13.6 Verluste in Dichtungen.....	323
13.7 Gesamtverluste	323
13.8 Wärmeverlust	323
13.9 Wirkungsgrad der Zahnradgetriebe.....	325
13.10 Messung des Wirkungsgrads bei Zahnradgetrieben	325
13.10.1 Messung bei offenem Stromkreis	326

13.10.2 Messung bei geschlossenem Stromkreis.....	327
13.11 Vergleich zwischen verschiedenen bestehenden Zahnradgetrieben ..	328
14 Die Herstellung von Untersetzungsgetrieben	330
14.1 Einführung	330
14.2 Die Rohteile	331
14.3 Die Bearbeitung des Gehäuses	332
14.4 Die Bearbeitung der Wellen.....	335
14.5 Die Bearbeitung der Radkörper	336
14.6 Bearbeitung der Verzahnungen von zylindrischen Rädern	
mit geraden, schraubenförmigen Zähnen	337
14.6.1 Allgemeines	337
14.6.2 Bearbeitung durch Formfräsen	337
14.6.3 Bearbeitung durch Wälzvorgang. Prinzip.....	338
14.6.4 Bearbeitung durch Werkzeug mit Zahnschiene	338
14.6.5 Verzahnung mit Ritzelwerkzeug.....	340
14.6.6 Bearbeitung mit Wälzfräser (Hobbing)	341
14.6.7 Bearbeitung mit Karbid- oder Keramikwerkzeug.....	343
14.7 Die Bearbeitung von kegelförmigen Rädern	343
14.8 Bearbeitung der Schnecken und der Zahnräder.....	344
14.9 Ausarbeitung der zylindrischen Räder	346
14.9.1 Das Schleifen.....	346
14.9.2 Das Schaben	348
14.9.3 Das Honing-Verfahren	349
14.9.4 Das Schneiden mit Spanentfernung.....	349
14.10 Fertigbearbeitung der konischen Räder.....	350
14.11 Das Schneckenschleifen.....	350
14.12 Die Montage.....	350
15 Anwendungen	352
15.1 Anwendungsgebiete der Zahnräder.....	352
15.2 Hebewerkzeuge	353
15.2.1 Laufkräne.....	353
15.2.2 Kräne	354
15.3 Förderer.....	355
15.3.1 Treibriemenförderer	355
15.3.2 Kettenförderer	356
15.3.3 Rollenförderer	358
15.3.4 Schneckenförderer mit Bandschnecke	358
15.4 Behandlung von Abfällen und Schmutzwasser	359
15.4.1 Behandlung von Abfällen	359
15.4.2 Behandlung der Schmutzwasser	360

15.5 Besondere Fahrzeuge oder Landmaschinen	361
15.6 Apparate für unterschiedliche Belange	362
15.7 Präzisionspositioniervorrichtungen	363
Anhang. Hydromotoren und Regler	365
A.1 Hydromotoren	365
A.2 Verstellgetriebe	367
A.2.1 Riemenverstellgetriebe	367
A.2.2 Planetenverstellgetriebe	368
Die ISO-Normen für Zahnräder (TC 60)	370
Bibliographie.....	373

Teil IV

Dierk Schröder

1 Elektrische Maschinen - Vorschriften und Begriffe	377
1.1 Einführung und Normen.....	377
1.2 Betriebsarten und Bemessungsdaten	379
1.3 Maschinen mit mehreren Bemessungsbetrieben.....	387
1.4 Aufstellungshöhe, Temperatur und Kühlmittel	387
1.5 Elektrische Bedingungen.....	389
1.6 System: Arbeitsmaschine - Antriebsmaschine.....	392
1.6.1 Stationäres Verhalten der Arbeitsmaschine	392
1.6.2 Stationäres Verhalten der Antriebsmaschinen: $t_M = f(n, \varphi)$	395
1.6.3 Statische Stabilität im Arbeitspunkt	397
1.6.4 Bemessung der Antriebsanordnung	398
2 Elektrische Motoren	402
2.1 Gleichstrommotoren.....	402
2.2 Drehfeldmaschinen	404
2.2.1 Prinzipielle Wirkungsweise der Drehfeldmaschinen	407
2.2.2 Synchronmaschine.....	411
3 Gleichstrommaschine	413
3.1 Signalfluß Gleichstromnebenschlußmaschine (fremderregt), Ankerkreis.....	413

3.1.1 Normierung	416
3.1.2 Feldkreis - Erregerkreis	419
3.2 Übertragungsfunktionen - Übergangsverhalten	422
3.2.1 Führungsverhalten und Führungsübertragungsfunktion	422
3.2.2 Lastverhalten und Störübertragungsfunktion	424
3.2.3 Einfluß von φ auf n (Feldschwächung)	425
3.3 Steuerung der Drehzahl	426
3.3.1 Drehzahlsteuerung durch die Ankerspannung	426
3.3.2 Steuerung durch den Fluß	428
3.3.3 Steuerung durch Ankerspannung und Feld	428
3.3.4 Steuerung durch Vorwiderstand im Ankerkreis	430
4 Stellglieder und Regelung für die Gleichstrommaschine	432
4.1 Gleichstromsteller	432
4.1.1 Gleichstromsteller - Prinzip	432
4.1.2 Steuerarten von Gleichstromstellern	435
4.1.3 Gleichstromstellerschaltungen für Ein- und Mehrquadrantenantrieb von Gleichstrommotoren	439
4.2 Netzgeführte Stromrichter - Stellglieder	445
4.2.1 Dreiphasen-Mittelpunktschaltung	445
4.2.2 Wechselstromschaltungen	450
4.2.3 Dreiphasen-Brückenschaltung (B6)	453
4.2.4 Grenzen des Betriebsbereichs - Stromrichter und Maschine	455
4.2.5 Verfahren zur Drehmomentumkehr bei Stromrichtern	459
4.3 Regelung der GNM (Stromregelung, Drehzahlregelung)	463
4.3.1 Ankerstromregelung	464
4.3.2 Drehzahlregelung	468
5 Drehfeldmaschinen - Signalflußpläne	471
5.1 Raumzeigertheorie	471
5.2 Allgemeine Drehfeldmaschine	474
5.3 Asynchronmaschine im stationären Betrieb am Netz	481
5.3.1 Netz- und Umrichterspeisung	481
5.4 Elektrische Verhältnisse im stationären Betrieb	487
5.4.1 Ersatzschaltbilder der ASM	487
5.5 Asynchronmaschine bei Umrichterbetrieb	489
5.5.1 Steuerverfahren bei Statorflußorientierung	489
5.5.2 Steuerverfahren bei Rotorflußorientierung	494
6 Synchronmaschine	498
6.1 Synchron-Schenkelpolmaschine	499
6.6.1 Schenkelpolmaschine bei Spannungseinprägung-Signalflußplan ..	499

6.2 Synchron-Vollpolmaschine	505
6.3 Synchron-Vollpolmaschine - Steuerbedingungen	505
7 Umrichterantriebe	511
7.1 Direktumrichter	511
7.2 Untersynchrone Stromrichteraskade (USK)	513
7.3 Doppelgespeiste ASM.....	518
7.4 Stromrichtermotor	518
7.5 Selbstgeführter Wechselrichter mit Phasenfolgelöschung und eingepägtem Strom	524
7.6 Selbstgeführte Zwischenkreisumrichter mit Gleichspannungs- zwischenkreis (VSI)	529
7.6.1 Zwischenkreisumrichter mit variabler Gleichspannung.....	530
7.6.2 Umrichter mit konstanter Zwischenkreisspannung (Pulsumrichter).....	532
8 Grundsätzliche Überlegungen zur Regelung von Drehfeldmaschinen....	536
8.1 Entkopplung.....	537
8.2 Feldorientierung.....	542
9 PM-Drehfeldmaschinen-Antriebe	546
9.1 PM-Synchronmaschine	546
9.2 Bürstenlose Gleichstrommaschine	550

Teil V

Haijme Yamashina

1 Überblick über das Total Quality Management	553
1.1 Definition der Qualität	553
1.2 Kurze Geschichte des Total Quality Managements in Japan	554
1.2.1 Einführung in SQC (Statistische Qualitätskontrolle).....	554
1.2.2 Die Notwendigkeit der Qualitätssicherung.....	556
1.2.3 Hin zum Total Quality Management	557
1.3 Die Bedeutung von Produktionstechniken für eingebaute Qualität bei der innovativen Produktentwicklung.....	559
1.3.1 Produkt-und Verfahrenstechnologien	559
1.3.2 Eine genauere Betrachtung der Produktionsverfahren.....	561
1.3.3 Anpassung der Produktion an Umschwünge des Markts.....	562
1.3.4 Die Kosten der Verbreiterung des Produktionsprogramms	562
1.3.5 Mobiler Wettbewerbsvorsprung	564

2 Der QC-Gesichtspunkt	568
2.1 Kundenorientierung.....	568
2.2 Die Kundenansprüche an die Qualität.....	569
2.2.1 Die erwünschte Qualität und die ihr zugrundeliegenden Eigenschaften	569
2.2.2 Wie wird Qualität umgesetzt?	569
2.3 Management durch Qualität für die Kundenzufriedenheit	572
2.3.1 Probleme des herkömmlichen Managements.....	572
2.3.2 Management durch Anwendung des Plan-Do-Check-Act-Zyklus	573
3 Qualitätssicherung.....	579
3.1 Grundlagen der Qualitätssicherungspolitik.....	579
3.2 Organisation der Qualitätssicherung	579
3.3 Qualitätssicherungsverfahren	582
3.4 Diagramm zum System der Qualitätssicherung.....	583
4 Die wichtigsten Tätigkeiten bei der Qualitätskontrolle	587
4.1 Qualitätskontrolle im Stadium der Produktplanung	587
4.1.1 Quality Engineering.....	587
4.1.2 FMEA und FTA	588
4.2 Qualitätskontrolle im Stadium der Produktionsvorbereitungen	588
4.2.1 Quality Engineering.....	588
4.2.2 Verfahren FMEA.....	590
4.2.3 Prüfung der Verfahrenskapazität	590
4.2.4 Fool-Proof System.....	593
4.2.5 Qualitätskontrolle gekaufter Ware.....	594
4.3 Qualitätskontrolle im Stadium täglicher Produktion	596
4.3.1 Statistische Arbeitsverfahrenskontrolle (SPC) durch Verwendung der Kontrollkarte	596
4.3.2 Jeder einzelne Aspekt der Inspektion	596
4.3.3 QA Network	599
4.3.4 Festlegung der Standardarbeitsgänge	599
4.3.5 Rolle des Vorarbeiters	601
4.3.6 Qualitätswartung.....	602
4.3.7 QC Gruppen-Tätigkeiten	602
4.3.8 Qualitätskontrolle erstandener Waren	603
4.4 Die Notwendigkeit der Ausbildung und Training mit den QC-Instrumenten	606
Autoren- und Sachverzeichnis.....	607