

1 Längenprüftechnik		7
1.1	Größen und Einheiten	8
1.2	Grundlagen der Messtechnik	10
1.2.1	Grundbegriffe	10
1.2.2	Messabweichungen	13
1.2.3	Messmittelfähigkeit, Prüfmittelüberwachung	16
1.3	Längenprüfmittel	18
1.3.1	Maßstäbe, Lehren und Endmaße	18
1.3.2	Mechanische und elektronische Messgeräte	21
1.3.3	Pneumatische Messgeräte	29
1.3.4	Elektronische Messgeräte	31
1.3.5	Optoelektronische Messgeräte	32
1.3.6	Multisensortechnik in Koordinatenmessgeräten	34
1.4	Oberflächenprüfung	36
1.4.1	Oberflächenprofile	36
1.4.2	Kenngrößen von Oberflächen	37
1.4.3	Oberflächen-Prüfverfahren	38
1.5	Toleranzen und Passungen	40
1.5.1	Toleranzen	40
1.5.2	Passungen	44
1.6	Form- und Lageprüfung	48
1.6.1	Form- und Lagetoleranzen	48
1.6.2	Prüfung ebener Flächen und Winkel	50
1.6.3	Rundform-, Koaxialitäts- und Rundlaufprüfung	53
1.6.4	Gewindeprüfung	58
1.6.5	Kegelprüfung	60
2 Qualitätsmanagement		61
2.1	Arbeitsbereiche des QM	61
2.2	Die Normenreihe DIN EN ISO 9000	62
2.3	Qualitätsforderungen	62
2.4	Qualitätsmerkmale und Fehler	63
2.5	Werkzeuge des Qualitätsmanagements	64
2.6	Qualitätslenkung	67
2.7	Qualitätssicherung	68
2.7.1	Prüfplanung	68
2.7.2	Warscheinlichkeit	68
2.7.3	Die Normalverteilung von Merkmalswerten	69
2.7.4	Mischverteilung von Merkmalswerten	69
2.7.5	Kennwerte der Normalverteilung von Stichproben	70
2.7.6	Qualitätsprüfung nach dem Stichprobenverfahren	71
2.8	Maschinenfähigkeit	72
2.9	Prozessfähigkeit	75
2.10	Statistische Prozessregelung mit Qualitätsregelkarten	76
2.11	Auditierung und Zertifizierung	79
2.12	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess: Mitarbeiter optimieren Prozesse	80
3 Fertigungstechnik		81
3.1	Arbeitssicherheit	82
3.2	Gliederung der Fertigungsverfahren	84
3.3	Gießen	86
3.3.1	Formen und Modelle	86
3.3.2	Gießen in verlorene Formen	87
3.3.3	Gießen in Dauerformen	90
3.3.4	Gusswerkstoffe	91
3.3.5	Gussfehler	91
3.4	Umformen	92
3.4.1	Verhalten der Werkstoffe	92
3.4.2	Übersicht über die Umformverfahren	92
3.4.3	Biegeumformen	93
3.4.4	Zugdruckumformen	96
3.4.5	Druckumformen	100
3.4.6	Maschinen zum Umformen	102
3.5	Schneiden	103
3.5.1	Scherschneiden	103
3.5.2	Strahlschneiden	108
3.6	Spanende Fertigung	112
3.6.1	Grundlagen	112
3.6.2	Sägen	120
3.6.3	Bohren, Senken, Reiben	122
3.6.4	Drehen	134
3.6.5	Fräsen	154
3.6.6	Schleifen	171
3.6.7	Feinbearbeitung	183
3.6.8	Abtragen	189
3.6.9	Vorrichtungen und Spannelemente	193
3.6.10	Fertigungsbeispiel „Spannpratze“	200
3.7	Fügen	204
3.7.1	Übersicht über die Fügeverfahren	204
3.7.2	Press- und Schnappverbindungen	207
3.7.3	Kleben	209
3.7.4	Löten	211
3.7.5	Schweißen	217
3.8	Beschichten	230
3.9	Fertigungsbetrieb und Umweltschutz	234
4 Werkstofftechnik		237
4.1	Übersicht der Werk- und Hilfsstoffe	238
4.2	Auswahl und Eigenschaften der Werkstoffe	240
4.3	Innerer Aufbau der Metalle	246
4.3.1	Innerer Aufbau und Eigenschaften	246
4.3.2	Kristallgittertypen der Metalle	247
4.3.3	Bauteehler im Kristall	248
4.3.4	Entstehung des Metallgefuges	248
4.3.5	Gefügearten und Werkstoffeigenschaften	249
4.3.6	Gefüge reiner Metalle und Legierungen	250
4.4	Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	251
4.4.1	Gewinnung von Roheisen	251
4.4.2	Herstellung von Stahl	252
4.4.3	Das Bezeichnungssystem für Stähle	255
4.4.4	Einteilung der Stähle nach Zusammensetzung und Güteklassen	258

4.4.5	Stahlsorten und ihre Verwendung	259
4.4.6	Handelsformen der Stähle	261
4.4.7	Legierungs- und Begleitelemente	262
4.4.8	Erschmelzen der Eisen-Gusswerkstoffe	263
4.4.9	Das Bezeichnungssystem für Gusseisenwerkstoffe	264
4.4.10	Eisen-Gusswerkstoffarten	265
4.5	Nichteisenmetalle	268
4.5.1	Leichtmetalle	268
4.5.2	Schwermetalle	270
4.6	Sinterwerkstoffe	273
4.7	Keramische Werkstoffe	275
4.8	Wärmebehandlung der Stähle	277
4.8.1	Gefügearten der Eisenwerkstoffe	277
4.8.2	Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm	278
4.8.3	Gefüge und Kristallgitter bei Erwärmung	279
4.8.4	Glühen	280
4.8.5	Härten	281
4.8.6	Vergüten	285
4.8.7	Härten der Randzone	286
4.8.8	Fertigungsbeispiel: Spannpratze	289
4.9	Werkstoffprüfung	290
4.9.1	Prüfung der Verarbeitungseigenschaften	290
4.9.2	Prüfung mechanischer Eigenschaften	291
4.9.3	Kerbshlagbiegeversuch	293
4.9.4	Härteprüfungen	294
4.9.5	Dauerfestigkeitsprüfung	298
4.9.6	Bauteil-Betriebslasten-Prüfung	299
4.9.7	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen	299
4.9.8	Metallografische Untersuchungen	300
4.10	Korrosion und Korrosionsschutz	301
4.10.1	Ursachen der Korrosion	301
4.10.2	Korrosionsarten und ihr Erscheinungsbild ..	303
4.10.3	Korrosionsschutz-Maßnahmen	304
4.11	Kunststoffe	307
4.11.1	Eigenschaften und Verwendung	307
4.11.2	Chemische Zusammensetzung und Herstellung	308
4.11.3	Technologische Einteilung und innere Struktur	309
4.11.4	Thermoplaste	310
4.11.5	Duroplaste	312
4.11.6	Elastomere	313
4.11.7	Prüfung der Kunststoff-Kennwerte	314
4.11.8	Wichtige Kunststoffe und ihre Kennwerte ..	315
4.11.9	Formgebung der Kunststoffe	316
4.11.10	Weiterverarbeitung der Halbzeuge und Fertigteile	321
4.12	Verbundwerkstoffe	323
4.13	Umweltproblematik der Werk- und Hilfsstoffe	327

5 Maschinen- und Gerätetechnik

329

5.1	Einteilung der Maschinen	330
5.1.1	Kraftmaschinen	330
5.1.2	Arbeitsmaschinen	334
5.1.3	Datenverarbeitungsanlagen	337
4.1.4	Fertigungsanlagen	338
5.2	Handhabung in der Fertigung und Montage 339	339
5.2.1	Handhabungssystemtechnik	339
5.2.2	Flexible Fertigungseinrichtungen	347
5.3	Inbetriebnahme	353
5.3.1	Aufstellen von Maschinen	354
5.3.2	Inbetriebnahme von Maschinen oder Anlagen	355
5.3.3	Abnahme von Maschinen oder Anlagen ..	356
5.4	Funktionseinheiten von Maschinen und Geräten	358
5.4.1	Innerer Aufbau von Maschinen	358
5.4.2	Funktionseinheiten einer CNC-Werkzeugmaschine	360
5.4.3	Funktionseinheiten eines Kraftfahrzeugs ..	362
5.4.4	Funktionseinheiten einer Klimaanlage ..	363
5.4.5	Sicherheitseinrichtungen an Maschinen ..	364
5.5	Funktionseinheiten zum Verbinden	366
5.5.1	Gewinde	366
5.5.2	Schraubenverbindungen	368
5.5.3	Stiftverbindungen	376
5.5.4	Nietverbindungen	378
5.5.5	Welle-Nabe-Verbindungen	380
5.6	Funktionseinheiten zum Stützen und Tragen	384
5.6.1	Reibung und Schmierstoffe	384
5.6.2	Lager	387
5.6.3	Führungen	396
5.6.4	Dichtungen	399
5.6.5	Federn	401
5.7	Funktionseinheiten zur Energieübertragung	403
5.7.1	Wellen und Achsen	403
5.7.2	Kupplungen	405
5.7.3	Riementriebe	410
5.7.4	Kettentriebe	412
5.7.5	Zahnradtriebe	414
5.8	Antriebseinheiten	417
5.8.1	Elektromotore	417
5.8.2	Getriebe	424
5.8.3	Linearantriebe	430
5.9	Montagetechnik	432
5.9.1	Montageplanung	432
5.9.2	Organisationsformen bei der Montage ..	433
5.9.3	Automatisierung der Montage	433
5.9.4	Montagebeispiele	434
5.10	Instandhaltung	440
5.10.1	Tätigkeitsgebiete und Definitionen	440
5.10.2	Begriffe der Instandhaltung	441
5.10.3	Ziele der Instandhaltung	442
5.10.4	Instandhaltungskonzepte	442
5.10.5	Wartung	445
5.10.6	Die Inspektion	448
5.10.7	Instandsetzung	450
5.10.8	Verbesserung	452
5.10.9	Auffinden von Störstellen und Fehlerquellen	453
5.11	Schadensanalyse und Schadensvermeidung	454
5.12	Beanspruchung auf Festigkeit	456

6 Automatisierungstechnik				458
6.1 Steuern und Regeln	459	6.5.1 Aufbau	507	
6.1.1 Grundlagen der Steuerungstechnik	459	6.5.2 Elektrische Schaltgeräte	507	
6.1.2 Grundlagen der Regelungstechnik	461	6.5.3 Elektrische Kontaktsteuerungen	509	
6.2 Grundlagen für die Lösung von Steuerungsaufgaben	465	6.6 Speicherprogrammierbare Steuerungen	511	
6.2.1 Arbeitsweise von Steuerungen	465	6.6.1 Speicherprogrammierbare Steuerung als Kleinststeuerung (Logikmodul)	511	
6.2.2 Steuerungskomponenten	466	6.6.2 Speicherprogrammierbare Steuerung als modulares Automatisierungssystem	514	
6.2.3 GRAFCET	476			
6.3 Pneumatische Steuerungen	479	6.7 CNC-Steuerungen	523	
6.3.1 Baugruppen	479	Merkmale numerisch gesteuerter Maschinen	523	
6.3.2 Bauelemente der Pneumatik	480	6.7.1 Koordinaten, Null- und Bezugspunkte	527	
6.3.3 Schaltpläne pneumatischer Steuerungen	488	6.7.2 Steuerungsarten, Korrekturen	529	
6.3.4 Beispiele pneumatischer Steuerungen	489	6.7.3 Erstellen von CNC-Programmen	532	
6.3.5 Elektropneumatische Steuerungen	491	6.7.4 Zyklen und Unterprogramme	537	
6.4 Hydraulische Steuerungen	496	6.7.5 Programmieren von NC-Drehmaschinen	538	
6.4.1 Bauelemente	496	6.7.6 Programmieren von NC-Fräsmaschinen	546	
6.4.2 Elektrohydraulische Steuerungen	504	6.7.7 Programmierverfahren	550	
6.5 Elektrische Steuerungen	507			
7 Informationstechnik				554
7.1 Technische Kommunikation	554	7.2.3 Informationsdarstellung im Rechner	561	
7.1.1 Normen und Richtlinien	554	7.2.4 Peripheriegeräte	562	
7.1.2 Technische Zeichnungen	555	7.2.5 Starten des Computers	563	
7.1.3 Darstellung technischer Zusammenhänge	556	7.2.6 Das Betriebssystem	564	
7.1.4 Pläne und Protokolle	557	7.2.7 Computerviren	564	
7.2 Grundlagen der Computertechnik	558	7.2.8 Anwendersoftware	565	
7.2.1 Arbeitsweise von Computern	558	7.2.9 Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen der Computertechnik	567	
7.2.2 Hardware	559	7.2.10 Arbeitsschutz am Computer	568	
		7.2.11 Datenschutz	568	
8 Elektrotechnik				569
8.1 Der elektrische Stromkreis	569	8.4 Elektrische Leistung und Arbeit	575	
8.2 Schaltung von Widerständen	572	8.5 Überstrom-Schutzeinrichtungen	576	
8.3 Stromarten	574	8.6 Fehler an elektrischen Anlagen und Schutzmaßnahmen	577	
Lernfelder				581
Informationen zum lernfeldorientierten Unterricht				581
Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen				582
Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen				584
Lernfeld 3: Herstellen von einfachen Baugruppen				586
Lernfeld 4: Warten technischer Systeme				588
Lernfeld 7: Montieren von technischen Teilsystemen				590
Lernfeld 8: Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen				592
Lernfeld 10: Herstellen und Inbetriebnahme von technischen Teilsystemen				594
Lernfeld 11: Überwachen der Produkt- und Prozessqualität				596
Lernfeld 5: Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen (Kurzfassung)				598
Lernfeld 6: Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme (Kurzfassung)				598
Lernfeld 9: Instandsetzen von technischen Systemen (Kurzfassung)				598
Lernfeld 12: Instandhalten von technischen Systemen (Kurzfassung)				599
Lernfeld 13: Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme (Kurzfassung)				599
Firmenverzeichnis				600
Sachwortverzeichnis				603