

Inhaltsverzeichnis

A Mathematik

1 Tabellen	1
2 Arithmetik	3
2.1 Einteilung der Zahlen	3
2.2 Die vier Grundrechenarten	4
2.3 Terme	4
2.4 Vereinbarungen	4
2.5 Termumformungen	4
2.6 Bruchrechnung	9
2.7 Dezimalzahlen und Dualzahlen	11
2.8 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	13
2.9 Die Briggs'schen Logarithmen	21
2.10 Komplexe Zahlen	21
3 Gleichungslehre	26
3.1 Gleichungsarten	26
3.2 Lineare Gleichungen	26
3.3 Quadratische Gleichungen	33
3.4 Gleichungen dritten und höheren Grades	36
3.5 Sonstige Gleichungen	40
4 Funktionen, graphische Lösungen, analytische Geometrie	43
4.1 Begriff der Funktion	43
4.2 Die ganze rationale Funktion	43
4.3 Sonstige elementare Funktionen	52
4.4 Graphische Lösung von Bestimmungsgleichungen	55
4.5 Analytische Geometrie	58
5 Planimetrie (ebene Geometrie)	73
5.1 Gerade Linien	73
5.2 Winkel	73
5.3 Grundkonstruktionen	75
5.4 Geometrische Örter (Ortslinien)	76
5.5 Das Dreieck	77
5.6 Das Viereck	81
5.7 Der Kreis	83
5.8 Flächeninhalt, Flächenverwandlung	84
5.9 Ähnlichkeit und Streckenverhältnisse	86

6 Stereometrie (räumliche Geometrie)	90
6.1 Prismatische Körper	90
6.2 Pyramidenförmige Körper	91
6.3 Pyramidenstumpf und Kegelstumpf	92
6.4 Die Kugel	93
7 Ebene Trigonometrie	94
7.1 Definitionen der trigonometrischen Funktionen (Winkelfunktionen, Kreisfunktionen).....	94
7.2 Zusammenhänge der trigonometrischen Funktionen.....	95
7.3 Die Kurven der Kreisfunktionen	96
7.4 Spezielle Funktionswerte der Kreisfunktionen.....	97
7.5 Symmetrie der Kreisfunktionen.....	97
7.6 Additionstheoreme	98
7.7 Sinussatz und Kosinussatz.....	99
7.8 Gradmaß und Bogenmaß	101
7.9 Winkelfunktion und Arcusfunktion.....	102
8 Analysis (Differenzial- und Integralrechnung)	103
8.1 Folgen und Reihen.....	103
8.2 Grenzwerte	106
8.3 Differenzialrechnung	108
8.4 Integralrechnung.....	116

B Physik

1 Physikalische Größen und Größenarten	1
2 Basisgrößen und abgeleitete Größen	2
3 Größengleichungen	2
4 Die Dimension einer Größe	3
5 Einheiten	4
6 Basiseinheiten, abgeleitete Einheiten, kohärente Einheiten, Hilfs- oder Sondereinheiten	4
7 Das Meter ist die Basiseinheit der Basisgröße Länge	5
8 Das Kilogramm ist die Basiseinheit der Basisgröße Masse	6
9 Die Sekunde ist die Basiseinheit der Basisgröße Zeit	6
10 Die Krafteinheit Newton	6
11 Die Arbeits- und Energieeinheit Joule	7
12 Skalare und Vektoren	7
13 Geschwindigkeit	8
14 Beschleunigung	9
15 Masse	10
16 Dichte	11
17 Gewichtskraft	11
18 Gravitation oder Massenanziehung	12

19	Trägheit und Trägheitsgesetz	13
20	Das dynamische Grundgesetz	13
21	Wechselwirkungsgesetz	14
22	Die Kraft	15
23	Die Trägheitskraft	16
24	Statisches Gleichgewicht	17
25	Dynamisches Gleichgewicht	19

C Mechanik

1	Statik starrer Körper in der Ebene	1
1.1	Grundlagen	2
1.2	Zusammensetzen, Zerlegen und Gleichgewicht von Kräften in der Ebene	6
1.3	Kräfte im Raum (Sonderfälle)	13
1.4	Schwerpunkt (Massenmittelpunkt)	16
1.5	Guldin'sche Regeln	22
1.6	Standsicherheit, Gleichgewichtslagen	23
1.7	Statik der ebenen Fachwerke	24
1.8	Reibung	30
2	Dynamik	43
2.1	Bewegungslehre (Kinematik)	44
2.2	Mechanische Arbeit und Leistung; Wirkungsgrad; Übersetzung	56
2.3	Dynamik der Verschiebebewegung (Translation) des starren Körpers	60
2.4	Dynamik der Drehung (Rotation) des starren Körpers	66
2.5	Gegenüberstellung der Gesetze für Drehung und Schiebung	74
2.6	Gerader zentrischer Stoß	75
3	Statik der Flüssigkeiten (Hydrostatik)	81
3.1	Eigenschaften der Flüssigkeiten und Gase	82
3.2	Hydrostatischer Druck (Flüssigkeitsdruck, hydraulische Pressung)	82
3.3	Druck-Ausbreitungsgesetz	82
3.4	Anwendung des Druck-Ausbreitungsgesetzes	82
3.5	Hydraulische Kraftübertragung	83
3.6	Druckverteilung durch Gewichtskraft der Flüssigkeit	84
3.7	Hydrostatische Kräfte gegen ebene Wände offener Gefäße	85
3.8	Auftrieb	85
3.9	Schwimmen	86
3.10	Gleichgewichtslagen schwimmender Körper	86
4	Dynamik der Flüssigkeiten (Hydrodynamik)	87
4.1	Allgemeines	87
4.2	Die Grundgleichungen der Strömung	88
4.3	Anwendung der Bernoulligleichung	91
4.4	Widerstände in Rohrleitungen	94

D Festigkeitslehre

1 Allgemeines	3
1.1 Aufgaben der Festigkeitslehre	3
1.2 Schnittverfahren	3
1.3 Spannung	5
1.4 Formänderung	6
1.5 Hooke'sches Gesetz (Elastizitätsgesetz)	6
1.6 Die Grundbeanspruchungsarten	7
1.7 Zusammengesetzte Beanspruchung	8
1.8 Festigkeit	8
1.9 Zulässige Spannung und Sicherheit	13
2 Die einzelnen Beanspruchungsarten	16
2.1 Zug und Druck	16
2.2 Biegung	20
2.3 Knickung	55
2.4 Abscheren	63
2.5 Torsion (Verdrehung)	65
2.6 Flächenpressung	70
3 Zusammengesetzte Beanspruchungen	72
3.1 Gleichzeitiges Auftreten mehrerer Normalspannungen	72
3.2 Gleichzeitiges Auftreten mehrerer Schubspannungen	75
3.3 Gleichzeitiges Auftreten von Normal- und Schubspannungen	75
4 Beanspruchung bei Berührung zweier Körper	80
4.1 Voraussetzungen	80
4.2 Bedeutung der Formelzeichen	80
4.3 Berechnungsgleichungen	80

E Werkstofftechnik

1 Grundlagen	2
1.1 Allgemeines	2
1.2 Chemische Grundlagen	4
1.3 Periodensystem der Elemente (PSE)	5
1.4 Chemische Bindung	10
1.5 Systematische Benennung chemischer Verbindungen (anorganisch)	12
1.6 Chemische und physikalische Reaktionen	12
1.7 Metallgewinnung	17

2 Metallkundliche Grundlagen	18
2.1 Struktur der Metalle und Legierungen.....	18
2.2 Eigenschaften und Verhalten der Metallgitter.....	20
2.3 Verhalten bei höheren Temperaturen	22
2.4 Zweistofflegierungen (binäre Legierungen).....	23
2.5 Kristall- und Gefügeveränderungen	28
3 Eisen und Stahl	29
3.1 Stahlerzeugung	29
3.2 Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm	31
3.3 Die Wärmebehandlung der Stähle, Stoffeigenschaftändern	35
3.4 Stahlsorten.....	43
3.5 Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe	58
4 Nichteisenmetalle	62
4.1 Bezeichnung der NE-Metalle	62
4.2 Aluminium und Al-Legierungen	62
4.3 Kupfer.....	66
4.4 Titan	72
4.5 Magnesium.....	72
4.6 Nickel (DIN 17743).....	73
4.7 Blei (DIN EN 12659, DIN 17640-1).....	73
4.8 Zink (DIN EN 1774)	73
4.9 Zinn (DIN EN 611-1)	74
5 Kunststoffe (Polymere)	74
5.1 Herstellungsweg und wichtige Begriffe	74
5.2 Struktur der Polymere	76
5.3 Duroplastische Kunststoffe	77
5.4 Thermoplastische Kunststoffe	80
5.5 Elastomere.....	83
6 Werkstoffe besonderer Herstellungsart oder Verarbeitung	86
6.1 Pulvermetallurgie	86
6.2 Keramische Werkstoffe.....	87
6.3 Verbundwerkstoffe.....	89
6.4 Werkstoffe für Lötungen	91
6.5 Druckgusswerkstoffe.....	92
7 Oberflächenbeanspruchung durch Korrosion, Verschleiß und Schutzmaßnahmen	94
7.1 Korrosion.....	94
7.2 Tribologie.....	95
7.3 Verschleiß.....	100
7.4 Lager- und Gleitwerkstoffe	100
7.5 Beschichtungen und Schichtwerkstoffe.....	103

8 Prüfung metallischer Werkstoffe	105
8.1 Prüfung der Härte	105
8.2 Zugversuch	108
8.3 Kerbschlagbiegeversuch.....	109
8.4 Prüfung der Festigkeit bei höheren Temperaturen.....	110
8.5 Prüfung der Festigkeit bei schwingender Beanspruchung,.....	110
8.6 Untersuchung von Verarbeitungseigenschaften	111
8.7 Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung	111

F Thermodynamik

1 Grundbegriffe	2
1.1 Temperatur	2
1.2 Druck	2
1.3 Volumen	3
1.4 Spezifische Wärmekapazität.....	5
1.5 Wärmeausdehnung	9
1.6 Aggregatzustände	12
2 Wärme und Arbeit	14
2.1 Thermodynamisches System.....	14
2.2 Innere Energie	14
2.3 Wärme	14
2.4 Arbeit.....	15
2.5 Dissipationsenergie.....	16
2.6 Erster Hauptsatz.....	17
2.7 Kreisprozesse.....	17
2.8 Thermischer Wirkungsgrad	18
2.9 Zweiter Hauptsatz.....	18
2.10 Entropie	18
2.11 Exergie und Anergie.....	19
3 Zustandsänderungen idealer Gase	20
3.1 Thermische Zustandsgleichung	20
3.2 Zustandsänderungen	21
3.3 Isochore Zustandsänderung	21
3.4 Isobare Zustandsänderung	23
3.5 Isotherme Zustandsänderung	24
3.6 Isentrope Zustandsänderung	25
3.7 Polytrope Zustandsänderung	27
3.8 Carnot-Prozess.....	29
3.9 Drosselung.....	30
3.10 Gasmischungen.....	30

4 Wärmeübertragung	32
4.1 Allgemeines.....	32
4.2 Wärmeleitung	32
4.3 Wärmeübergang (Wärme Konvektion).....	33
4.4 Wärmedurchgang	34
4.5 Wärmestrahlung	37

G Elektrotechnik

1 Grundlagen	3
1.1 Elektrischer Stromkreis	3
1.2 Leistung, Arbeit, Energieumrechnungen	8
1.3 Grundsaltungen der Praxis.....	9
1.4 Elektrochemie.....	12
1.5 Magnetismus	14
1.6 Induktion und Kraftwirkung im Magnetfeld	19
1.7 Elektrisches Feld	23
1.8 Wechselstrom	27
1.9 Drehstrom (Dreiphasenwechselstrom)	33
2 Anwendungen	35
2.1 Verteilung der elektrischen Energie	35
2.2 Beleuchtungstechnik	39
2.3 Elektrischer Unfall und Schutzmaßnahmen	42
2.4 Transformatoren	43
2.5 Gleichstrommaschine als Generator	46
2.6 Gleichstrommaschine als Motor	49
2.7 Drehstrommaschine als Motor	52
2.8 Einphasen-Wechselstrommotoren	55
2.9 Wechselwirkung zwischen Elektromotor und Arbeitsmaschine	56
2.10 Stromrichter.....	59
2.11 Steuerung von Drehzahl und Drehmoment bei Motoren	61
2.12 Sondererscheinungen der Elektrizität.....	63
2.13 Elektrische Messgeräte.....	64
2.14 Elektrische Messungen.....	65

H Mechatronik

1 Einleitung	1
1.1 Begriffsbildung.....	1
1.2 Mechatroniker	1
1.3 Mechatronische Systeme.....	3

1.4	Unterschiede zwischen Maschinenbau, Elektrotechnik und Mechatronik	5
2	Modellbildung und Simulation	8
2.1	Verfahren der Modellbildung	9
2.2	Unterschiedliche Modelltypen von technischen Systemen.....	16
2.3	Modelle mechanischer Systeme	22
2.4	Modelle elektrischer Systeme.....	25
2.5	Simulation	26
3	Industrieroboter als mechatronisches System	29
3.1	Sensorkorrektur von Bewegungsdaten	30
3.2	Nachführen eines Roboterarms an einer Freiformfläche	30

I Maschinenelemente

1	Normzahlen, Toleranzen, Passungen	1
1.1	Normzahlen	1
1.2	ISO-Passungen	2
1.3	Maßtoleranzen	4
1.4	Eintragung von Toleranzen in Zeichnungen.....	4
1.5	Verwendungsbeispiele für Passungen	4
2	Festigkeit und zulässige Spannung	9
3	Kleiverbindungen	9
3.1	Allgemeines.....	9
3.2	Klebstoffe.....	9
3.3	Herstellung der Kleiverbindung.....	10
3.4	Berechnung.....	11
3.5	Gestaltungshinweise	12
4	Lötverbindungen	12
5	Schweißverbindungen	12
5.1	Grundsätze.....	12
5.2	Berechnung von Schweißverbindungen	16
5.3	Berechnungsbeispiele	22
6	Nietverbindungen	25
6.1	Allgemeines.....	25
6.2	Nietformen.....	25
6.3	Nietwerkstoffe.....	25
6.4	Herstellen der Nietverbindungen.....	25
6.5	Verbindungsarten, Schnittigkeit	26

6.6	Nietverbindungen im Stahlbau	26
7	Schraubenverbindungen	30
7.1	Allgemeines.....	30
7.2	Gewinde	30
7.3	Schrauben und Muttern	31
7.4	Schraubensicherungen.....	32
7.5	Scheiben	33
7.6	Berechnung von Befestigungsschrauben.....	33
7.7	Berechnung der Bewegungsschrauben	48
8	Bolzen, Stiftverbindungen, Sicherungselemente	54
8.1	Allgemeines.....	54
8.2	Bolzen.....	54
8.3	Stifte	54
8.4	Bolzensicherungen	55
8.5	Gestaltung der Bolzen- und Stiftverbindungen	56
9	Federn	57
9.1	Allgemeines.....	57
9.2	Kenngößen an Federn	57
9.3	Federwerkstoffe.....	60
9.4	Zug- und druckbeanspruchte Metallfedern.....	60
9.5	Biegebeanspruchte Metallfedern	60
9.6	Drehbeanspruchte Metallfedern	71
10	Achsen, Wellen und Zapfen	77
10.1	Allgemeines.....	77
10.2	Werkstoffe, Normen	77
10.3	Berechnung der Achsen.....	77
10.4	Berechnung der Wellen	77
10.5	Auszuführende Achsen- und Wellendurchmesser.....	79
10.6	Berechnung der Zapfen	79
10.7	Gestaltung.....	80
10.8	Tragfähigkeit für Wellen und Achsen	83
11	Nabenverbindungen	87
11.1	Übersicht	87
11.2	Zylindrische Pressverbände.....	90
11.3	Kegelige Pressverbände (Kegelsitzverbindungen).....	95
11.4	Klemmsitzverbindungen.....	99
11.5	Keilsitzverbindungen.....	100
11.6	Ringfederspannverbindungen.....	100
11.7	Längsstiftverbindung	102
11.8	Querstiftverbindung.....	102
11.9	Passfederverbindungen (Nachrechnung).....	104
11.10	Keilwellenverbindung	104

12 Kupplungen	105
12.1 Allgemeines	105
12.2 Feste Kupplungen	106
12.3 Bewegliche, unelastische Kupplungen	107
12.4 Elastische Kupplungen	107
12.5 Schaltkupplungen	109
13 Lager	110
13.1 Allgemeines	111
13.2 Wälzlager	111
13.3 Gleitlager	131
14 Zahnräder	146
14.1 Allgemeines	146
14.2 Verzahnungsgesetz	146
14.3 Begriffe, allgemeine Verzahnungsmaße	147
14.4 Verzahnungsarten	148
14.5 Geradstirnräder	155
14.6 Schrägstirnräder	159
14.7 Kegelräder	162
14.8 Schneckengetriebe	165
14.9 Gestaltung der Zahnräder aus Metall	168
14.10 Schmierung der Zahnradgetriebe	169
14.11 Zahnräder aus Kunststoff	169

K Fördertechnik

1 Überblick über das Gesamtgebiet der Fördertechnik	2
1.1 Begriffsbestimmung und Abgrenzung	2
1.2 Häufig gestellte Fragen	2
1.3 Einteilung der Fördermittel	3
1.4 Transportarbeit, Transportleistung	3
2 Die Baukastensystematik in der Fördertechnik	4
2.1 Begriffsbestimmungen	4
2.2 Nutzen des Baukastenprinzips für die Betreiber und Hersteller förder- technischer Anlagen	5
2.3 Komponenten der Fördertechnik	5
3 Bauelemente der Fördertechnik	5
3.1 Bauelemente der Seiltriebe	6
3.2 Bauelemente für Kettentriebe	12
3.3 Lastaufnahmeeinrichtungen und Ladehilfsmittel	14

4 Antriebe	20
4.1 Handantrieb	20
4.2 Elektrische Antriebe	20
4.3 Pneumatische Antriebe	21
4.4 Hydrostatische Antriebe	22
4.5 Verbrennungsmotoren und Dampfmaschinen	22
5 Steuerungen in der Fördertechnik	22
5.1 Ablaufsteuerungen	22
5.2 Microprozessorsteuerungen	23
6 Bremsen und Rücklaufsperrn	26
6.1 Reibungsbremsen	26
6.2 Rücklaufsperrn	29
7 Hebezeuge	31
7.1 Handhebezeuge	31
7.2 Elektroseilzüge	31
8 Krane und Hängebahnen	37
8.1 Berechnung nach DIN 15018	37
8.2 Kranbauformen	41
8.3 Laufkrane	41
8.4 Konsolkrane, Säulendrehkrane, Wandschwenkkrane	42
8.5 Hängekrane, Hängebahnen	42
8.6 Portalkrane	43
8.7 Fahrzeugkrane	44
8.8 Verladeanlagen und Hafenkrane	44
8.9 Stapelkrane und Regalförderzeuge	46
9 Stetigförderer	50
9.1 Definition, Einteilung, Hauptanwendungen	50
9.2 Gurtförderer	50
9.3 Gliederbandförderer	53
9.3 Becherwerke	55
9.4 Schaufelradlader	56
9.5 Rutschförderer	57
9.6 Pneumatische Förderanlagen	59
10 Stetigförderer für Stückgut	62
10.1 Rollenförderer	62
10.2 Kreisförderer	62
10.3 Zielsteuerungen für Stückgutfördersysteme	66
11 Flurförderzeuge	67
11.1 Flurförderer ohne Lastaufnahmeeinrichtung	67

11.2	Flurförderer mit eigener Lastaufnahmeeinrichtung	68
11.3	Automatisch gesteuerte Flurförderer	69
11.4	Flurförderzeuge im Untertagebergbau.....	69
12	Weiterführende Literatur:	70

L Kraft- und Arbeitsmaschinen

1	Feuerungstechnik	2
1.1	Brennstoffe	2
1.2	Verbrennungswärme (Heizwert) und Verbrennungsluft.....	3
1.3	Verbrennungskontrolle	4
1.4	Feuerungsarten	5
2	Dampferzeugung	9
2.1	Dampfarten	9
2.2	Kesselwirkungsgrad, Verdampfziffer.....	9
2.3	Heizteile.....	11
2.4	Wärmeaustausch.....	11
2.5	Kesselbauarten.....	12
3	Dampfturbinen	16
3.1	Erzeugung der kinetischen Energie	16
3.2	Nutzung der kinetischen Energie.....	19
3.3	Geschwindigkeitsstufung (Curtisrad)	22
3.4	Druckstufung (Zoellyturbine).....	25
3.5	Überdruckstufung	27
3.6	Labyrinthdichtung	27
3.7	Regelung.....	28
3.8	Radialturbinen	28
3.9	Turbinenanlagen	28
4	Wasserturbinen	29
4.1	Stauanlagen	29
4.2	Durchfluss, Höhenwerte	30
4.3	Freistrahlturbinen	30
4.4	Francisturbinen	34
4.5	Kaplanturbinen	37
4.6	Spezifische Drehzahl	39
4.7	Kavitation	39
5	Windkraftanlagen	40
5.1	Nutzung der kinetischen Energie.....	40
5.2	Aufbau einer Windkraftanlage	40

5.3	Getriebe und Generator	41
6	Pumpen	42
6.1	Fördermenge, Förderhöhe	42
6.2	Pumpenleistung und Wirkungsgrad.....	42
6.3	Kolbenpumpen	43
6.4	Kreiselpumpen.....	48
6.5	Vergleich zwischen Kolben- und Kreiselpumpen	53
7	Verdichter	54
7.1	Mehrstufige Verdichtung und Kühlung.....	54
7.2	Verdichterleistung und Wirkungsgrad.....	55
7.3	Kolbenverdichter	55
7.4	Kreiseldichter (Turboverdichter).....	58
8	Verbrennungsmotoren	62
8.1	Grundlagen	62
8.2	Bauteile der Verbrennungsmotoren.....	68
8.3	Kraftstoffe	81
8.4	Kraftstoff-Förderanlage.....	82
8.5	Luftfilter	83
8.6	Gemischbildung bei Ottomotoren	83
8.7	Gemischbildung bei Dieselmotoren	92
8.8	Maßnahmen zur Verminderung der Abgasschadstoffe bei Verbrennungsmotoren	101
8.9	Zweitaktmotoren	104
8.10	Motorschmierung	107
8.11	Motorkühlung.....	110
8.12	Abgasanlagen	112
8.13	Aufladung von Verbrennungsmotoren	113
8.14	Zündanlagen	117
8.15	Generator.....	121
8.16	Starter	122
8.17	Alternative Verbrennungsmotoren	123

M Spanlose Fertigung

1	Urformen	1
1.1	Gießverfahren	1
1.2	Modelle und Kokillen.....	1
1.3	Formerei	3
1.4	Herstellung der Schmelze.....	4
1.5	Strangguss	7
1.6	Schleuderguss.....	9
1.7	Druckguss.....	10

1.8	Feinguss (Schalenformverfahren).....	11
2	Trennen und Umformen	12
2.1	Trennverfahren	12
2.2	Umformverfahren	20
2.3	Stahlbleche und ihre Verarbeitung	36
3	Verbindende Verfahren	39
3.1	Schweißen	39
3.2	Thermisches und nichtthermisches Schneiden	51
3.3	Löten.....	55

N Zerspantechnik

1	Drehen und Grundbegriffe der Zerspantechnik	1
1.1	Bewegungen	1
1.2	Zerspangeometrie	2
1.3	Kräfte und Leistungen	6
1.4	Wahl der Schnittgeschwindigkeit	9
1.5	Berechnung der Hauptnutzungszeit	11
2	Hobeln und Stoßen	12
2.1	Bewegungen	12
2.2	Zerspangeometrie	12
2.3	Kräfte und Leistungen	12
2.4	Wahl der Schnittgeschwindigkeit	12
2.5	Berechnung der Hauptnutzungszeit t_h	14
3	Räumen	15
3.1	Bewegungen	15
3.2	Zerspangeometrie	15
3.3	Schnittkraft (Räumkraft).....	16
3.4	Wahl der Schnittgeschwindigkeit	16
3.5	Berechnung der Hauptnutzungszeit t_h	16
4	Fräsen	17
4.1	Bewegungen	17
4.2	Zerspangeometrie	18
4.3	Kräfte und Leistungen	20
4.4	Wahl der Schnittgeschwindigkeit und Grundregeln für Fräsen.....	22
4.5	Berechnung der Hauptnutzungszeit t_h	23
5	Bohren	26
5.1	Bewegungen	26

5.2	Zerspangeometrie	26
5.3	Kräfte und Leistungen	27
5.4	Wahl von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub.....	28
5.5	Berechnung der Hauptnutzungszeit t_h (Maschinenlaufzeit)	28
6	Schleifen	33
6.1	Bewegungen	33
6.2	Zerspangeometrie	33
6.3	Schleifkraft und Schleifleistung	33
6.4	Wahl von Geschwindigkeit, Vorschub und Zustellung	34
6.5	Oberflächen-Rautiefen	34
6.6	Berechnung der Hauptnutzungszeit t_h (Maschinenlaufzeit)	35

O Werkzeugmaschinen

1	Grundlagen	1
1.1	Definition	1
1.2	Gebrauchswertparameter einer Werkzeugmaschine.....	1
1.3	Kenngrößen und Kennlinien von Werkzeugmaschinen	3
2	Baugruppen von Werkzeugmaschinen	4
2.1	Arbeitsspindeln (Hauptspindeln) und ihre Lagerungen.....	4
2.2	Hauptantriebe	12
2.3	Vorschub- und Stellantriebe	23
2.4	Geradfürungen an Werkzeugmaschinen.....	36
2.5	Gestelle von Werkzeugmaschinen.....	48
2.6	Werkzeug- und Werkstückspanner.....	57
3	Steuerungs- und Automatisierungstechnik an Werkzeugmaschinen	61
3.1	Baugruppen und Aufgaben.....	61
3.2	Konventionelle Steuerungstechnik an Werkzeugmaschinen	61
3.3	Numerische Steuerungen.....	64
3.4	Die numerische Achse.....	66
4	Entwicklung der Werkzeugmaschine zum Komplettbearbeitungszentrum	71
4.1	Weichbearbeitung von Teilen mit überwiegend runder Gestalt	71
4.2	Hartbearbeitung von Teilen mit überwiegend runder Gestalt.....	75
4.3	Bearbeitung von Teilen mit prismatischer Gestalt	79

P Programmierung von Werkzeugmaschinen

1	Aufbau numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen	1
----------	---	----------

1.1	Fräs- und Drehmaschinen	1
1.2	Wegmesssysteme an CNC-Werkzeugmaschinen	2
2	Geometrische Grundlagen für die Programmierung	5
2.1	Koordinatensystem	5
2.2	Lage der Achsrichtungen	5
2.3	Bezugspunkte im Arbeitsbereich einer CNC-Werkzeugmaschine	6
2.4	Bezugspunktverschiebung	6
2.5	Zeichnerische Grundlagen für die Programmierung	8
3	Informationsfluss bei der Fertigung	10
3.1	Informationsverarbeitung und Informationsträger	10
3.2	Informationsquellen	11
4	Steuerungsarten und Interpolationsmöglichkeiten	11
4.1	Punktsteuerungsverhalten	11
4.2	Streckensteuerung	11
4.3	Bahnsteuerung	12
4.4	Interpolationsarten	13
4.5	Ebenenauswahl	18
5	Manuelles Programmieren	19
5.1	Kurzbeschreibung	19
5.2	Aufbau eines CNC-Programms	19
5.3	Gliederung eines CNC-Programms	19
5.4	Satzaufbau	20
5.5	Kreisprogrammierung beim Drehen und Fräsen	25
5.6	Werkzeugkorrekturen beim Drehen und Fräsen	27
5.7	Programmierbeispiel	31
5.8	Besondere Programmierfunktionen für das Bohren, Fräsen und Drehen	38

Q Steuerungstechnik

1	Steuerungstechnische Grundlagen	1
1.1	Grundbegriffe der Steuerungstechnik	1
1.2	Unterscheidungsmerkmale für Steuerungen	3
1.3	Grafische Darstellung von Steuerungsabläufen	4
2	Signalverarbeitung in Steuerungen	8
2.1	Signalarten	8
2.2	Logische Grundverknüpfung binärer Signale	10
2.3	Grundlagen und Anwendung der Schaltalgebra	12
2.4	Das Karnaugh-Veitch-Diagramm	16
2.5	Die Speicherfunktion	17

2.6	Zeitelemente und Zähler in Steuerungen.....	20
3	Steuerungsmittel	21
3.1	Mechanische Steuerungen und Speicher	21
3.2	Elektrische Steuerungen	23
3.3	Fluidische Steuerungen	29
4	Speicherprogrammierbare Steuerungen	40
4.1	Das Automatisierungssystem S7	40
4.2	Grundlagen der Programmierung nach IEC 1131-3	42
4.3	Ablaufsteuerungen.....	49
4.4	Analoge Signale in digitalen Steuerungen.....	52
4.5	Busankopplung der speicherprogrammierbaren Steuerung.....	55
5	Sicherheitsanforderungen an Steuerungen	57

R Regelungstechnik

1	Grundlagen	1
1.1	Grundbegriffe	1
1.2	Grafische Darstellung von Regelkreisen mithilfe des Wirkungsplans	4
1.3	Beschreibung des Verhaltens von Regelkreisgliedern.....	7
2	Regelstrecken	10
2.1	Einteilung der Strecken	11
2.2	Regelstrecken mit Ausgleich (P-Strecken).....	12
2.3	Regelstrecken ohne Ausgleich (I-Strecken)	14
2.4	Regelstrecken mit Verzögerung (PT _n -Strecken).....	15
2.5	Regelstrecken mit Totzeit (T _r -Strecken).....	18
3	Regler	21
3.1	Einteilung der Regler.....	21
3.2	Unstetige Regler am Beispiel des Zweipunktreglers	21
3.3	Stetige Regler	22
3.4	Quasistetige Regler.....	31
4	Zusammenwirken zwischen Regler und Strecke	32
4.1	Beurteilungskriterien	32
4.2	Regelung mit stetigen Reglern	33
4.3	Regelung mit Zweipunktreglern.....	38
4.4	Regelung mit einer SPS	40

S Betriebswirtschaft

1 Betriebsorganisation	1
1.1 Übersicht	1
1.2 Merkmale der Gliederung von Aufbauorganisationen	1
2 Aufgaben der Betriebsabteilungen	2
2.1 Materialwirtschaft.....	2
2.2 Absatz und Erzeugnislager.....	2
2.3 Betriebliches Rechnungswesen	3
2.4 Soziale Leitung und Personalwesen	5
2.5 Arbeitsvorbereitung – AV (Fertigungsorganisation).....	5
2.6 Werkstätten.....	5
2.7 Kontrollen.....	5
3 Kosten- und Preisermittlung	5
3.1 Zweck	5
3.2 Einfache Divisionskalkulation.....	6
3.3 Divisionskalkulation mit Äquivalenzzahlen.....	8
3.4 Normale und erweiterte Zuschlagskalkulation	9
3.5 Auswertung zur Gemeinkosten-Berechnung.....	16
3.6 Kostenanalyse.....	18
4 Rationalisierungsaufgaben	20
4.1 Sinn und Ziel der Rationalisierung.....	20
4.2 Rationalisierung durch Normung, Typen- und Sortenbeschränkung.....	20
4.3 Schwerpunktaufgaben der Betriebe	20
5 Organisation des Arbeitsablaufs	21
5.1 Anstoß zur Fertigung.....	21
5.2 Gestaltung eines Erzeugnisses.....	21
5.3 Gliederung des Fertigungsauftrags.....	22
5.4 Art- und Mengenteilung der Arbeit.....	22
5.5 Arten der Arbeitsplätze.....	23
5.6 Prinzipien der Arbeitsplatzanordnung.....	23
5.7 Fristen-, Termin- und Betriebsmittelbelegungsplan	25
6 Zeit und Menge im betrieblichen Arbeitsablauf	25
6.1 Zeiten des Betriebs	25
6.2 Zeitermittlung (Grund-, Verteil- und Erholungszeiten).....	25
6.3 Menschlicher Leistungsgrad.....	27
6.4 Zeitgrad des Menschen.....	31
6.5 Gliederung der Auftragszeit	32
7 Arbeitsgestaltung, Zeit- und Lohnermittlung	33

7.1	Gestaltung der Arbeit	33
7.2	Vorkalkulation der Arbeitszeit durch Schätzen, Vergleichen und Rechnen.....	34
7.3	Technik und Auswertung der Zeitaufnahme	37
7.4	Lohn und Entlohnungssysteme.....	47
7.5	Anwendung der Vorgabezeiten im Betrieb	47
8	Betriebswirtschaftliche Kennzahlen	47
8.1	Produktivität	47
8.2	Wirtschaftlichkeit	48
8.3	Rentabilität	49
8.4	Beispiele zur Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Rentabilität	50
9	Qualitätsmanagement	51
9.1	Entwicklung des Qualitätsmanagements	51
9.2	Begriffe des Qualitätsmanagements	52
9.3	Normen für Qualitätsmanagementsysteme.....	52
9.4	Normenreihe DIN EN ISO 9000:2000 ff.....	53
9.5	Forderungen an QM-Systeme der DIN EN ISO 9000:2000.....	53

T Produktionslogistik

1	Grundlagen der Produktionslogistik	1
1.1	Strategische Bedeutung	1
1.2	Hauptaufgaben und Ziele der Produktionslogistik	1
1.3	Produktionstypen.....	2
1.4	ERP-Systeme.....	3
1.5	Prozesse in der Produktionslogistik.....	6
2	Produktionslogistik mit ERP-Systemen	6
2.1	Programmplanung	6
2.2	Materialplanung.....	6
2.3	Terminplanung	10
2.4	Kapazitätsplanung	13
2.5	Rückmeldung und Betriebsdatenerfassung.....	14
3	Supply-Chain-Management	14
4	Spezielle Steuerungsmethoden in der Produktionslogistik	15
4.1	KANBAN-Fertigung	15
4.2	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	16
4.3	Steuerung mit Fortschrittszahlen	16
5	Logistikcontrolling	16

Sachwortverzeichnis