

Alfred Böge (Hrsg.)

# Das Techniker Handbuch

**Grundlagen und Anwendungen  
der Maschinenbau-Technik**

Ausgabe für Österreich **Band 1**

Mit 1800 Bildern, 306 Tafeln  
und mehr als 3800 Stichwörtern

7., überarbeitete und erweiterte Auflage



# Inhaltsverzeichnis

## Mathematik

<b>I. Tabellen</b>	1	5. Das Dreieck	116
<b>II. Arithmetik</b>	3	6. Das Viereck	121
1. Einteilung der Zahlen	3	7. Der Kreis	123
2. Die vier Grundrechenarten	4	8. Flächeninhalt, Flächenverwandlung	125
3. Terme	4	9. Ähnlichkeit und Strecken- verhältnisse	127
4. Vereinbarungen	4		
5. Term Umformungen	5	<b>VI. Stereometrie</b>	
6. Bruchrechnung	11	<b>(räumliche Geometrie)</b>	133
7. Dezimalzahlen und Dualzahlen	15	1. Prismatische Körper	133
8. Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	18	2. Pyramidenförmige Körper	134
9. Die Briggschen Logarithmen	28	3. Pyramidenstumpf und Kegel- stumpf	135
10. Imaginäre Zahlen	29	4. Die Kugel	136
<b>III. Gleichungslehre</b>	36		
1. Gleichungsarten	36	<b>VII. Ebene Trigonometrie</b>	138
2. Lineare Gleichungen	36	1. Definitionen der trigonometrischen Funktionen (Winkelfunktionen, Kreisfunktionen)	138
3. Quadratische Gleichungen	48	2. Zusammenhänge der trigono- metrischen Funktionen	138
4. Gleichungen dritten und höheren Grades	51	3. Die Kurven der Kreisfunktionen	139
5. Sonstige Gleichungen	57	4. Spezielle Funktionswerte der Kreisfunktionen	141
<b>IV. Funktionen, graphische Lösungen, analytische Geometrie</b>	62	5. Symmetrie der Kreisfunktionen	141
1. Begriff der Funktion	62	6. Additionstheoreme	142
2. Die ganze rationale Funktion	62	7. Sinussatz und Kosinussatz	143
3. Sonstige analytische Funktionen	77	8. Gradmaß und Bogenmaß	145
4. Graphische Lösung von Bestimmungsgleichungen	81	9. Winkelfunktion und Arcusfunktion	147
5. Analytische Geometrie	85		
<b>V. Planimetrie (ebene Geometrie)</b>	111	<b>VIII. Analysis (Differential- und Integralrechnung)</b>	149
1. Gerade Linien	111	1. Folgen und Reihen	149
2. Winkel	111	2. Grenzwerte	152
3. Grundkonstruktionen	113	3. Differentialrechnung	156
4. Geometrische Örter (Ortslinien)	115	4. Integralrechnung	168

i. Physikalische Größen und Größenarten	177	13. Bewegung, Bewegungsarten (Translation, Rotation)	190
2. Basisgrößen und abgeleitete Größen	178	14. Geschwindigkeit	192
3. Größengleichungen	180	15. Beschleunigung	193
4. Die Dimension einer Größe	181	16. Masse, Massenpunkt und Massenträgheitsmoment	196
5. Einheiten	182	17. Dichte	197
6. Basiseinheiten, abgeleitete Einheiten, kohärente Einheiten, Hilfs- oder Sondereinheiten	183	18. Gewichtskraft	198
7. Das Meter ist die Basiseinheit der Basisgröße Länge	185	19. Gravitation oder Massenanziehung	199
8. Das Kilogramm ist die Basiseinheit der Basisgröße Masse	186	20. Trägheit und Trägheitsgesetz (Erstes Newtonsches Axiom)	201
9. Die Sekunde ist die Basiseinheit der Basisgröße Zeit	187	21. Das Dynamische Grundgesetz (Zweites Newtonsches Axiom)	202
10. Die Krafteinheit Newton	187	22. Wechselwirkungsgesetz (Drittes Newtonsches Axiom)	203
11. Die Arbeits- und Energieeinheit Joule	188	23. Die Kraft	204
12. Skalare und Vektoren	189	24. Die Trägheitskraft	206
		25. Statisches Gleichgewicht	207
		26. Dynamisches Gleichgewicht	209

Mechanik

I. Statik starrer Körper in der Ebene	217	3. Dynamik der Verschiebewegung (Translation) des starren Körpers	290
1. Grundlagen	218	4. Dynamik der Drehung (Rotation) des starren Körpers	299
2. Zusammensetzen, Zerlegungen und Gleichgewicht von Kräften in der Ebene	224	5. Gegenüberstellung der Gesetze für Drehung und Schiebung	310
3. Kräfte im Raum (Sonderfälle)	234	6. Gerader zentrischer Stoß	311
4. Schwerpunkt	237		
5. Guldinsche Regeln	244	III. Statik der Flüssigkeiten (Hydrostatik)	320
6. Standsicherheit, Gleichgewichtslagen	245	1. Eigenschaften der Flüssigkeiten und Gase	321
7. Ebene Fachwerke	247	2. Hydrostatischer Druck (Flüssigkeitsdruck, hydraulische Pressung)	321
8. Reibung	250	3. Druck-Ausbreitungsgesetz	321
II. Dynamik	268	4. Anwendung des Druck - Ausbreitungsgesetzes	322
1. Bewegungslehre (Kinematik)	269		
2. Mechanische Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad, Übersetzung	283		

5.	Druckverteilung durch Gewichtskraft der Flüssigkeit	324	IV. Dynamik der Flüssigkeiten (Hydrodynamik)	328
6.	Hydrostatische Kräfte gegen ebene Wände offener Gefäße	324	1.	Allgemeines
7.	Auftrieb	326	2.	Die Grundgleichungen der Strömung
8.	Schwimmen	327	3.	Anwendung der Bernoulli-gleichung
9.	Gleichgewichtslagen schwimmen-der Körper	327	4.	Widerstände in Rohrleitungen

---

<b>Festigkeitslehre</b>	<b>343</b>
-------------------------	------------

---

i.	<b>Allgemeines</b>	345	III.	<b>Zusammengesetzte Beanspruchungen</b>	443
i.	Aufgaben der Festigkeitslehre	345	1.	Gleichzeitiges Auftreten mehrerer Normalspannungen	444
2.	Schnittverfahren	345	2.	Gleichzeitiges Auftreten mehrerer Schubspannungen	448
3.	Spannung	348	3.	Gleichzeitiges Auftreten von Normal- und Schubspannungen	448
4.	Formänderung	349	IV.	<b>Beanspruchung bei Berührung zweier Körper (Hertzsche Gleichungen)</b>	455
5.	Hookesches Gesetz (Elastizitätsgesetz)	350	1.	Voraussetzungen	455
6.	Die Grundbeanspruchungsarten	350	2.	Bedeutung der Formelzeichen	455
7.	Zusammengesetzte Beanspruchung	352	3.	Berechnungsgleichungen	456
8.	Festigkeit	352	V.	<b>Nomogramme zur Festigkeitslehre</b>	458
9.	Zulässige Spannung und Sicherheit	358	1.	Zug-, Druck- und Längenänderung	458
II.	<b>Die einzelnen Beanspruchungsarten</b>	364	2.	Biegung	459
1.	Zug und Druck	364	3.	Knickung	460
2.	Biegung	371	4.	Abscheren	461
3.	Knickung	419	5.	Torsion und Verdrehwinkel	462
4.	Abscheren	431			
5.	Torsion (Verdrehung)	433			
6.	Flächenpressung	440			

---

<b>Werkstoffkunde</b>	<b>463</b>
-----------------------	------------

---

i.	<b>Grundlagen</b>	463	5.	Wichtige Gruppen der chemischen Verbindungen	478
1.	Allgemeines	463	6.	Chemische Vorgänge (Reaktionen)	484
2.	Bau der Atome	466			
3.	Periodensystem der Elemente	469			
4.	Chemische Bindung	475			

<b>II. Metallkundliche Grundlagen</b>	492	9. Werkstoffe für Lötungen	562
1. Struktur der Metalle und Legierungen	492	10. Druckgußwerkstoffe	562
2. Eigenschaften und Verhalten der Metallgitter	494	11. Sinterwerkstoffe	562
3. Zweistofflegierungen	497	12. Keramische Werkstoffe	565
4. Legierungstypen	501	13. Verbundwerkstoffe	566
5. Gefügefehler	504	<b>VI. Kunststoffe</b>	567
<b>III. Metallgewinnungsverfahren</b>	505	1. Begriffe und Zusammenhänge	567
1. Darstellung der Metalle	505	2. Monomere Ausgangsstoffe	568
2. Stahlerzeugung	507	3. Chemische Reaktionen zur Bildung von Makromolekülen	568
<b>IV. Technisch wichtige Legierungen des Eisens</b>	512	4. Molekülstruktur und Einfluß auf die Eigenschaften	572
1. Eisen	512	5. Duroplaste	574
2. Die Wärmebehandlung der Stähle	516	6. Thermoplaste	576
3. Stahlsorten	528	<b>VII. Prüfung metallischer Werkstoffe</b>	582
4. Eisen-Kohlenstoff-Gußwerkstoffe	544	1. Prüfung der Härte	582
<b>V. Nichteisenmetalle</b>	549	2. Der Zugversuch	586
1. Allgemeines über NE-Metalle	549	3. Kerbschlagbiegeversuch	589
2. Aluminium	551	4. Prüfung der Festigkeit bei höheren Temperaturen	590
3. Kupfer	555	5. Prüfung der Festigkeit bei schwingender Beanspruchung, Dauerschwingversuch	591
4. Titan	560	6. Untersuchung von Verarbeitungseigenschaften	593
5. Magnesium	560	7. Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung	593
6. Blei	561		
7. Zinn	561		
8. Zink	562		

---

## Wärmelehre

---

597

<b>i. Grundbegriffe</b>	598	2. Kreisprozesse	615
i. Wärme und innere Energie	598	3. Thermischer Wirkungsgrad	616
2. Temperatur und Temperatureinheiten	598	4. Zweiter Hauptsatz der Wärmelehre	617
3. Druck und Druckeinheiten	599	5. Umkehrbare Zustandsänderungen	617
4. Volumen und Volumeneinheiten	601	6. Maximal gewinnbare Arbeit	618
5. Wärmemenge und Wärmeeinheiten	603	<b>III. Thermodynamik vollkommener Gase</b>	618
6. Spezifische Wärmekapazität	603	1. Allgemeine Zustandsgleichung	618
7. Wärmeausdehnung	607	2. Spezifische Wärmekapazität	619
8. Aggregatzustände	611	3. Innere Energie	621
<b>II. Wärme und Arbeit</b>	614	4. Äußere Arbeit	622
1. Erster Hauptsatz der Wärmelehre	614		

5. Technische Arbeit	623	<b>IV. Wärmeübertragung</b>	644
6. Enthalpie	623	1. Allgemeines	644
7. Entropie	624	2. Wärmeleitung	645
8. Zustandsänderungen	625	3. Wärmeübergang (Wärmekonvektion)	646
9. Carnotscher Kreisprozeß	638	4. Wärmedurchgang	648
10. Drosselung	641	5. Wärmestrahlung	652
11. Gasmischungen	641		

---

<b>Elektrotechnik</b>	<b>655</b>
-----------------------	------------

---

i. <b>Grundlagen</b>	657	3. Elektrische Unfälle und Schutzmaßnahmen	715
<b>I. Stromkreis</b>	657	4. Transformatoren	718
2. Leistung, Arbeit, Energie- umrechnungen	664	5. Gleichstrommaschine als Generator	722
3. Grundsaltungen der Praxis	666	6. Gleichstrommaschine als Motor	725
4. Elektrochemie	670	7. Drehstrommaschine als Motor	729
5. Magnetismus	674	8. Einphasen-Wechselstrommotoren	733
6. Induktion und Kraftwirkung im Magnetfeld	681	9. Wechselwirkung zwischen Elektromotor und Arbeitsmaschine	734
7. Elektrisches Feld	687	10. Umformung der Stromarten	738
8. Wechselstrom	693	11. Steuerung von Drehzahl und Drehmoment bei Motoren	741
9. Drehstrom	702	12. Sondererscheinungen der Elektrizität	743
<b>II. Anwendungen</b>	705	13. Elektrische Meßgeräte	745
1. Verteilung der elektrischen Energie	705	14. Elektrische Messungen	747
2. Beleuchtungstechnik	711		

---

<b>Spanlose Fertigung</b>	<b>751</b>
---------------------------	------------

---

1. <b>Urformen</b>	751	<b>II. Trennen und Umformen</b>	<b>767</b>
1. Gießverfahren	751	1. Trennverfahren	767
2. Modelle und Kokillen	752	2. Umformverfahren	778
3. Formerei	755	3. Stahlbleche und ihre Verarbeitung	802
4. Herstellung der Schmelze	756	<b>III. Verbindende Fertigungs- verfahren</b>	<b>806</b>
5. Strangguß	761	1. Schweißen	806
6. Schleuderguß	762	2. Lötverbindungen	827
7. Druckguß	764		
8. Feinguß	766		

<b>i. Drehen und Grundbegriffe der Zerspantechnik</b>	831	<b>IV. Fräsen</b>	850
1. Bewegungen	831	1. Bewegungen	850
2. Zerspangeometrie -	833	2. Zerspangeometrie	852
3. Kräfte und Leistungen	839	3. Kräfte und Leistungen	856
4. Wahl der Schnittgeschwindigkeit	841	4. Wahl der Schnittgeschwindigkeit und Grundregeln für Fräsen	859
5. Berechnung der Hauptnutzungszeit	843	5. Berechnung der Hauptnutzungszeit	861
<b>II. Hobeln und Stoßen</b>	845	<b>V. Bohren</b>	864
1. Bewegungen	845	1. Bewegungen	864
2. Zerspangeometrie	846	2. Zerspangeometrie	864
3. Kräfte und Leistungen	846	3. Kräfte und Leistungen	866
4. Wahl der Schnittgeschwindigkeit	846	4. Wahl von Schnittgeschwindigkeit und v orscnuu	00/
5. Berechnung der Hauptnutzungszeit	846	5. Berechnung der-Hauptnutzungszeit	870
<b>III. Räumen</b>	847	<b>VI. Schleifen</b>	871
1. Bewegungen	847	1. Bewegungen	871
2. Zerspangeometrie	848	2. Zerspangeometrie	871
3. Schnittkraft (Räumkraft)	849	3. Schleifkraft und Schleifleistung	871
4. Wahl der Schnittgeschwindigkeit	849	4. Wahl von Geschwindigkeit, Vorschub und Zustellung	872
5. Berechnung der Hauptnutzungszeit	850	5. Oberflächen-Rauhtiefen	873
		6. Berechnung der Hauctnutzuneszeit	873

Werkzeugmaschinen

<b>1. Werkstück- und Werkzeug-träger</b>	875	<b>III. Spindellagerungen und Geradfürungen</b>	920
1. Spindeln	875	1. Spindellagerungen	920
2. Werkstücktische	879	2. Geradfürungen	926
3. Werkzeugschlitten	881	<b>IV. Getriebe</b>	933
4. Stößel	885	1. Getriebe für Drehbewegungen	933
5. Bare	887	2. Getriebe für geradlinige Bewegungen	966
<b>II. Werkstück- und Werkzeug-spanner</b>	888	3. Stufenlose elektrische Antriebe	972
1. Umlaufende Werkstückspanner	889	<b>V. Gestelle</b>	975
2. Umlaufende Werkzeugspanner	906	1. Allgemeines	975
3. Feste Werkstückspanner	912	2. Gegossene Gestelle	978
4. Feste Werkzeugspanner	917	3. Geschweißte Gestelle	980

1. <b>Betriebsorganisation</b>	981
1. Übersicht	981
2. Merkmale der Gliederung von Aufbauorganisationen	981

## II. Aufgaben der Betriebsabteilungen

1. Materialwirtschaft	983
2. Absatz und Erzeugnislager	984
3. Betriebliches Rechnungswesen	984
4. Soziale Leitung und Personalwesen	986
5. Arbeitsvorbereitung (Fertigungsorganisation)	986
6. Werkstätten	986
7. Kontrollen	987

## III. Kosten- und Preisermittlung

1. Zweck	987
2. Divisionskalkulation	988
3. Zuschlagskalkulation	991
4. Auswertung zur Gemeinkostenberechnung	999
5. Bestimmen der optimalen Losgröße	1002

## IV. Rationalisierungsaufgaben

1. Sinn und Ziel der Rationalisierung	1006
2. Rationalisierung durch Normung, Typen- und Sortenbeschränkung	1006
3. Schwerpunktaufgabe der Betriebe	1007

## V. Organisation des Arbeitsablaufes

1. Anstoß zur Fertigung	1007
2. Gestaltung eines Erzeugnisses	1008
3. Gliederung des Fertigungsauftrages	1009
4. Art- und Mengenteilung der Arbeit	1009
5. Arten der Arbeitsplätze	1011
6. Prinzipien der Arbeitsplatzanordnung	1011
7. Fristen-, Termin- und Betriebsmittelbelegungsplan	1014

## VI. Zeit und Menge im betrieblichen Arbeitsablauf

1. Zeiten des Betriebes	1014
2. Zeitermittlung (Grund-, Verteil- und Erholungszeiten)	1014
3. Menschlicher Leistungsgrad	1018
4. Zeitgrad des Menschen	1022
5. Gliederung der Auftragszeit	1023

## VII. Arbeitsgestaltung, Zeit- und Lohnermittlung

1. Gestaltung der Arbeit	1026
2. Vorkalkulation der Arbeitszeit durch Schätzen, Vergleichen und Rechnen	1027
3. Technik und Auswertung der Zeitaufnahme	1031
4. Lohn und Entlohnungssysteme	1043
5. Anwendung der Vorgabezeiten im Betrieb	1043

# Kraft- und Arbeitsmaschinen

I. <b>Feuerungstechnik</b>	1046
1. Brennstoffe	1046
2. Verbrennungswärme (Heizwert) und Verbrennungsluft	1048
3. Verbrennungskontrolle	1050
4. Feuerungsarten	1051

II. <b>Dampferzeugung</b>	1056
1. Dampfarten	1056
2. Kesselwirkungsgrad, Verdampfziffer	1056
3. Heizteile	1058
4. Wärmeaustausch	1059
5. Kesselbauarten	1060



<b>III. Dampfturbinen</b>	<b>1065</b>	7. Benzineinspritzung	1134
1. Erzeugung der kinetischen Energie	1065	8. Dieselmotoren	1139
2. Nutzung der kinetischen Energie	1069	9. Zweitaktmotoren	1147
3. Geschwindigkeitsstufung (Curtisrad)	1073	10. Motorschmierung	1149
4. Druckstufung (Zoellyturbine)	1077	11. Motorkühlung	1154
5. Überdruckstufung	1079	12. Abgasanlagen	1156
6. Labyrinthdichtung	1080	13. Aufladen von Verbrennungsmotoren	1160
7. Regelung	1081	14. Zündanlagen	1163
8. Radialturbinen	1082	15. Generator	1169
9. Turbinenanlagen	1083	16. Starter	1170
<b>IV. Wasserturbinen</b>	<b>1083</b>	17. Alternative Verbrennungsmotoren	1171
1. Stauanlagen	1083	<b>VII. Pumpen</b>	<b>1175</b>
2. Durchfluß, Höhenwerte	1085	1. Fördermenge, Förderhöhe	1175
3. Freistrahlturbinen	1086	2. Pumpenleistung und Wirkungsgrad	1176
4. Francisturbinen	1092	3. Kolbenpumpen	1176
5. Kaplansturbinen	1096	4. Kreiselpumpen'	1185
6. Spezifische Drehzahl	1099	5. Vergleich zwischen Kolben- und Kreiselpumpen	1193
7. Kavitation	1100	<b>VIII. Verdichter</b>	<b>1193</b>
<b>V. Windkraftanlagen</b>	<b>1101</b>	1. Mehrstufige Verdichtung und Kühlung	1193
1. Nutzung der kinetischen Energie	1101	2. Verdichterleistung und Wirkungsgrad	1194
2. Aufbau einer Windkraftanlage	1101	3. Kolbenverdichter	1195
<b>VI. Verbrennungsmotoren</b>	<b>1104</b>	4. Kreiselverdichter (Turboverdichter)	1199
1. Grundlagen	1104		
2. Bauteile der Verbrennungsmotoren	1112		
3. Kraftstoffe	1126		
4. Kraftstoff-Förderanlage	1128		
5. Luftfilter	1128		
6. Vergaseranlagen	1129		

## Fördertechnik

1205

<b>I. Überblick über das Gesamtgebiet der Fördertechnik</b>	<b>1205</b>	<b>III. Bauelemente der Fördertechnik</b>	<b>1211</b>
1. Begriffsbestimmung und Abgrenzung	1205	1. Bauelemente der Seiltriebe	1211
2. Einteilung der Fördermittel	1206	2. Bauelemente für Kettentriebe	1220
3. Transportarbeit, Transportleistung	1207	3. Lastaufnahmeeinrichtungen und Ladehilfsmittel	1223
<b>II. Die Baukastensystematik in der Fördertechnik</b>	<b>1208</b>	<b>IV. Antriebe</b>	<b>1231</b>
1. Begriffsbestimmungen	1208	1. Handantrieb	1231
2. Nutzen des Baukastenprinzips für die Betreiber und Hersteller fördertechnischer Anlagen	1209	2. Elektrische Antriebe	1231
3. Komponenten der Fördertechnik	1210	3. Pneumatische Antriebe	1233
		4. Hydrostatische Antriebe	1233
		5. Verbrennungsmotoren und Dampfmaschinen	1234

<b>V. Bremsen und Rücklaufsperrn</b>	<b>1234</b>
1. Reibungsbremsen	1234
2. Rücklaufsperrn	1241

<b>VI. Hebezeuge</b>	<b>1243</b>
1. Handhebezeuge	1243
2. Elektroseilzüge	1245

## Maschinenelemente

1251

<b>I. Normzahlen, Toleranzen, Passungen</b>	<b>1251</b>
1. Normzahlen	1251
2. ISO-Passungen	1252
3. Maßtoleranzen	1255
4. Eintragung von Toleranzen in Zeichnungen	1255
5. Verwendungsbeispiele für Passungen	1260
<b>II. Festigkeit und zulässige Spannung</b>	<b>1261</b>
<b>III. Klebverbindungen</b>	<b>1261</b>
1. Allgemeines	1261
2. Klebstoffe	1262
3. Herstellung der Klebverbindung	1262
4. Berechnung	1264
5. Gestaltungshinweise	1266
<b>IV. Lötverbindungen</b>	<b>1267</b>
<b>V. Schweißverbindungen</b>	<b>1268</b>
1. Schweißnahtarten	1268
2. Schweißverbindungen im Stahlbau	1269
3. Schweißverbindungen im Maschinenbau	1271
4. Gestaltung der Schweißverbindungen	1272
<b>VI. Nietverbindungen</b>	<b>1276</b>
1. Allgemeines	1276
2. Nietformen	1276
3. Nietwerkstoffe	1276
4. Herstellen der Nietverbindungen	1277
5. Verbindungsarten, Schnittigkeit	1277
6. Nietverbindungen im Stahlbau	1278
<b>VII. Schraubenverbindungen</b>	<b>1284</b>
1. Allgemeines	1284
2. Gewinde	1284
3. Schrauben und Muttern	1285
4. Schraubensicherungen	1287

5. Scheiben	1287
6. Berechnung der Befestigungsschrauben	1288
7. Berechnung der Bewegungsschrauben	1311
<b>VIII•Bolzen-, Stiftverbindungen und Sicherungselemente</b>	<b>1318</b>
1. Allgemeines	1318
2. Bolzen	1318
3. Stifte	1319
4. Bolzensicherungen	1320
5. Gestaltung der Bolzen- und Stiftverbindungen	1321
<b>IX. Federn</b>	<b>1322</b>
1. Allgemeines	1322
2. Kenngrößen an Federn	1322
3. Federwerkstoffe	1327
4. Zug- und druckbeanspruchte Metall-Federn	1327
5. Biegebeanspruchte Metall-Federn	1328
6. Drehbeanspruchte Metall-Federn	1334
<b>X. Achsen, Wellen und Zapfen</b>	<b>1343</b>
1. Allgemeines	1343
2. Werkstoffe, Normen	1343
3. Berechnung der Achsen	1344
4. Berechnung der Wellen	1344
5. Auszuführende Achsen- und Wellendurchmesser	1346
6. Berechnung der Zapfen	1346
7. Gestaltung	1347
<b>XI. Nabenverbindungen</b>	<b>1352</b>
1. Übersicht	1352
2. Zylindrische Preßverbände	1355
3. Keglige Preßverbände	1364
4. Klemmsitzverbindungen	1369
5. Keilsitzverbindungen	1370
6. Ringfederspannverbindungen.	1370
7. Längsstiftverbindung	1372
8. Querstiftverbindung	1373

9. Paßfederverbindungen	1375	<b>XIV. Zahnräder</b>	1431
10. Keilwellenverbindung	1376	1. Allgemeines	1431
<b>XII. Kupplungen</b>	1377	2. Verzahnungsgesetz	1431
1. Allgemeines	1377	3. Begriffe, allgemeine Verzahnungsmaße	1432
2. Feste Kupplungen	1377	4. Verzahnungsarten	1433
3. Bewegliche, unelastische Kupplungen	1380	5. Geradstirnräder	1444
4. Elastische Kupplungen	1380	6. Schrägstirnräder	1450
5. Schaltkupplungen	1382	7. Kegelräder	1454
<b>XIII. Lager</b>	1385	8. Schneckengetriebe	1458
1. Allgemeines	1385	9. Gestaltung der Zahnräder aus Metall	1464
2. Wälzlager	1385	10. Schmierung der Zahnräder	1465
3. Gleitlager	1409	11. Zahnräder aus Kunststoff	1465

---

<b>Steuerungstechnik</b>	<b>1467</b>
--------------------------	-------------

---

<b>i. Grundbegriffe der Steuerungstechnik</b>	1467	<b>III. Schaltalgebra</b>	1492
<b>I. Definitionen, Bezeichnungen</b>	1467	1. Grundregeln der Schaltalgebra	1492
2. Steuerungsarten	1469	2. Karnaugh-Diagramme	1499
3. Graphische Darstellung von Steuerungsabläufen	1473	3. Der Speicher als Element der Schaltalgebra	1514
<b>II. Grundelemente logischer Schaltungen</b>	1477	4. Zählspeicher	1518
1. NICHT (Negation)	1478	<b>IV. Technische Ausführung von digitalen Steuerelementen</b>	1525
2. UND-NAND	1478	1. Elektromechanische Bauteile	1527
3. ODER-NOR	1481	2. Elektronische Bauteile	1532
4. Exklusiv-ODER	1484	3. Fluidik-Elemente	1541
5. NOR und NAND - universelle Logikbausteine	1487	4. Schaltlogik mit Hilfe des Pneumistors	1544
6. Lehrbeispiele	1489	5. Steuerschaltungen mit Fluidik-Elementen	1548
		6. Pneumatische Elemente	1550

---

<b>CNC-Technik</b>	<b>1555</b>
--------------------	-------------

---

<b>i. Aufbau numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen</b>	1555	<b>II. Geometrische Grundlagen für die Programmierung</b>	1561
<b>I. Fräs- und Drehmaschinen</b>	1555	1. Koordinatensystem	1561
2. Wegmeßsysteme an CNC-Werkzeugmaschinen	1556	2. Lage der Achsrichtungen	1561
		3. Bezugspunkte im Arbeitsbereich einer CNC-Werkzeugmaschine	1562

4.	Bezugspunktverschiebung	1564	3.	Gliederung eines CNC-Programms	1583
5.	Zeichnerische Grundlagen für die Programmierung	1565	4.	Satzaufbau	1584
<b>III. Informationsfluß bei der Fertigung</b>					
		1568	5.	Kreisprogrammierung beim Drehen und Fräsen	1593
1.	Informationsverarbeitung und Informationsträger	1568	6.	Werkzeugkorrekturen beim Drehen und Fräsen	1596
2.	Informationsquellen	1569	7.	Programmierbeispiel	1604
3.	Lochstreifen	1569	8.	Besondere Programmierfunktionen für das Bohren, Fräsen und Drehen	1610
<b>IV. Steuerungsarten und Interpolationsmöglichkeiten</b>			<b>V. Maschinelles Programmieren</b>		
		1571			1618
1.	Punktsteuerungsverhalten	1572	1.	Kurzbeschreibung und Entwicklungsverlauf	1618
2.	Streckensteuerung	1573	2.	Informationsfluß	1618
3.	Bahnsteuerung	1573	3.	Werkstückbemaßung beim maschinellen Programmieren	1623
4.	Interpolationsarten	1575	4.	Maschinelles Programmieren von Drehteilen mit EXAPT 2	1623
5.	Ebenenwahl	1582	5.	Anweisungstypen in einem EXAPT 2-Programm	1630
<b>V. Manuelles Programmieren</b>			6. Programmierbeispiel ZAPFEN		
		1583			1648
1.	Kurzbeschreibung	1583			
2.	Aufbau eines CNC-Programms	1583			

## SPS

1655

<b>I. Aufbau von speicherprogrammierbaren Steuerungen - Hardware</b>		<b>1655</b>	<b>III. Arbeitsbeispiele</b>		1676
1.	Aufgaben einer speicherprogrammierbaren Steuerung	1655	1.	Steuerungsaufgabe: Stempelpresse	1677
2.	Arbeitsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung	1656	2.	Steuerungsaufgabe: Stanzpresse	1678
3.	Aufbau und Geräte einer speicherprogrammierbaren Steuerung	1657	3.	Steuerungsaufgabe: Wendeschüttschaltung	1679
<b>II. Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen - Software</b>			4.	Steuerungsaufgabe: Transportband	1681
		1664	5.	Steuerungsaufgabe: Prägwerkzeug	1684
1.	Programmierung	1664	<b>IV. Einführung und Überblick zur Norm IEC 1131</b>		
2.	Programmiersprachen einer SPS	1665	1.	Einführung	1687
3.	Belegungsliste	1665	2.	Die Teile der Norm 1131	1687
4.	Schaltplan	1666	3.	Modellvorstellungen	1688
5.	Programmiersprachen für Verknüpfungssteuerungen	1667	4.	Die Programmiersprachen nach IEC	1693
6.	Programmiersprachen für Ablaufsteuerungen	1671	5.	Zertifizierung	1694

## Sachwortverzeichnis

1695