

# Köhler/Rögnitz, Maschinenteile

## Inhalt des Gesamtwerkes

### Teil 1

7., neubearbeitete und erweiterte Auflage. 1986.

X, 326 Seiten mit 346 Bildern, 8 Tafeln mit weiteren 101 Bildern.

Beilage: Arbeitsblätter 125 Seiten mit 28 Bildern, 184 Tafeln mit weiteren 204 Bildern, Geb. DM 58. –

Einführung in das Konstruieren und Gestalten von Maschinenteilen / Grundlagen der Festigkeitsberechnung: Spannungszustand und Beanspruchungsarten, Festigkeitshypothesen, Grenzspannungen, Ermitteln unbekannter Kräfte und Momente / Normen: Normzahlen, Toleranzen und Passungen, Technische Oberflächen / Nietverbindungen: Werkstoffe für Bauteile und Niete, Herstellung von Nietverbindungen, Nietformen, Nahtformen, Berechnungsgrundlagen / Stoffschlüssige Verbindungen: Schweißverbindungen, Lötverbindungen / Reib- und formschlüssige Verbindungen: Reibschlüssige Verbindungen, Formschlüssige Verbindungen / Schraubenverbindungen: Kräfte in der Schraubenverbindung, Berechnen von Schrauben, Ausführungen von Schraubenverbindungen, Berechnungsbeispiele / Federn: Berechnungsgrundlagen, Bemessen und Gestalten der verschiedenen Bauformen / Rohrleitungen und Armaturen: Rohrverbindungen, Rohrleitungsschalter / Dichtungen: Dichtungen an ruhenden Maschinenteilen, Berührungsdichtungen an bewegten Maschinenteilen, Berührungsfreie Dichtungen / Beilage: Arbeitsblätter.

### Teil 2

7., neubearbeitete und erweiterte Auflage. 1986.

X, 398 Seiten mit 338 Bildern und 20 Tafeln mit weiteren 35 Bildern.

Beilage: Arbeitsblätter 113 Seiten mit 50 Bildern, 99 Tafeln mit weiteren 15 Bildern. Geb. DM 65. –

Achsen und Wellen: Entwicklung des Rechnungsganges, Gestalten und Fertigen / Gleitlager: Gleitvorgang, Berechnen und Bemessen der Radiallager, Gleitlagerbauarten, Einzelteile, Schmiereinrichtungen / Wälzlager: Kraftwirkungen im Wälzlager, Normung und Gestaltung der Lagerstelle, Beispiele / Kupplungen und Bremsen: Nichtschaltbare starre Kupplungen, Nichtschaltbare formschlüssige Ausgleichkupplungen, Schaltbare Kupplungen, Bremsen / Kurbeltrieb: Tauchkolbentriebwerk, Berechnungsgrundlagen, Kinematik und Dynamik des Kurbelbetriebes, Aufbau, Funktion und Gestaltung der Triebwerksteile, Festigkeitsberechnung / Kurvengetriebe: Nockensteuerungen, Kreisbogennocken mit geradem Tellerstößel, Gestaltung / Zugmittelgetriebe: Reib- und formschlüssige Zugmittelgetriebe / Zahnradgetriebe: Zykloidenverzahnung, Evolventenverzahnung an Geradstirnrädern, Schrägstirnräder mit Evolventenverzahnung, Kegelräder, Stirnrad-Schraubgetriebe, Schneckengetriebe, Aufbau der Zahnradgetriebe / Beilage: Arbeitsblätter.

Preisänderungen vorbehalten

**Köhler / Rognitz**

# **Maschinenteile**

## **Teil 1**

Herausgegeben von  
Prof. Dr.-Ing. J. Pokorny

Bearbeitet von  
Prof. Dipl.-Ing. H.-D. Haage      Prof. Dr.-Ing. J. Pokorny  
Prof. Dipl.-Ing. L. Hägele      Prof. Dipl.-Ing. U. Zelder  
Prof. Dipl.-Ing. E. Hemmerling

7., neubearbeitete und erweiterte Auflage  
Mit 346 Bildern und 8 Tafeln mit weiteren 101 Bildern

Beilage: Arbeitsblätter mit 28 Bildern  
und 184 Tafeln mit weiteren 204 Bildern



**B. G. Teubner Stuttgart 1986**

Herausgeber: Professor Dr.-Ing. Joachim Pokorny  
Universität—Gesamthochschule—Paderborn,  
Abt. Soest

Bearbeiter: Professor Dipl.-Ing. Hans-Dieter Haage  
Technische Fachhochschule Berlin  
Professor Dipl.-Ing. Lothar Hägele  
Fachhochschule Aalen  
Professor Dipl.-Ing. Ernst Hemmerling  
Professor Dr.-Ing. Joachim Pokorny  
Universität—Gesamthochschule—Paderborn,  
Abt. Soest  
Professor Dipl.-Ing. Udo Zelder  
Universität—Gesamthochschule—Paderborn

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Maschinenteile** / Köhler ; Röggnitz. – Stuttgart : Teubner

NE: Köhler, Günter [Hrsg.]

Teil 1. Hrsg. von J. Pokorny. Bearb. von H.-D. Haage ... – 7., neubearb. u. erw. Aufl. – 1986

ISBN 978-3-322-91836-9 ISBN 978-3-322-91835-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-322-91835-2

NE: Pokorny, Joachim [Hrsg.]; Haage, Hans-Dieter [Mitverf.]

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© B. G. Teubner Stuttgart 1986

Softcover reprint of the hardcover 7th edition 1986

Gesamtherstellung: Graphischer Betrieb, Konrad Triltsch, Würzburg

Umschlaggestaltung: M. Koch, Reutlingen

## Vorwort

Die vorliegende siebente Auflage des Teiles 1 wurde unter Berücksichtigung einer Reihe von Wünschen aus den Kreisen der Leser und unter Beachtung der technischen Entwicklung der letzten Zeit sowie der gesammelten Lehrerfahrung vollständig neu bearbeitet, erweitert und neu gestaltet. Es wurden u. a. neu aufgenommen: Die gebräuchlichsten Werkstoffe mit ihren Kennwerten (Abschnitt. 1); die Grundlagen der Festigkeitslehre (Abschn. 2); Normzahlen, Toleranzen und Passungen, technische Oberflächen (Abschn. 3) sowie die Berechnung von Preßverbindungen im elastisch-plastischen Bereich (Abschn. 6).

Die rasche Entwicklung der Technik hat auch die klassischen „Maschinenelemente“ beeinflusst. Auf der einen Seite sind heute viele Maschinenteile und teilweise sogar deren Berechnung genormt, auf der anderen Seite gewinnen fertigungsgerechtes und damit wirtschaftliches Bemessen und sorgfältiges Berechnen, u. a. durch Programme und Algorithmen, steigende Bedeutung. Dies aber bedingt die Anwendung der Festigkeitslehre beim Nachrechnen genormter Teile oder die vollständige Berechnung neu zu gestaltender Maschinenteile, was eine zunehmend mathematisch-naturwissenschaftliche Durchdringung des Stoffes voraussetzt. Die zunehmend schnellere Veralterung technischer Produkte bewirkt eine schnellere Veralterung der erworbenen Spezialkenntnisse und verlangt eine stärkere Vertiefung in die Grundlagenfächer. Aus dieser Sicht kommt den Maschinenteilen als Grundlage für das Konstruieren eine herausragende Rolle zu.

Das vorliegende Lehr- und Arbeitsbuch will den Studierenden wie auch den Ingenieuren in der Praxis eine Hilfe bei der Berechnung und Gestaltung von Maschinenteilen bieten. So führt die Darlegung des Stoffes im Sinne der Konstruktionsmethodik in den meisten Fällen von der Aufgabenstellung über die Funktion, Berechnung und Gestaltung zu Lösungsmöglichkeiten. Auch wurden viele Berechnungsgleichungen hergeleitet, physikalische Abhängigkeiten aufgezeigt und auf Probleme hingewiesen.

Das Werk „Maschinenteile“ ist in zwei Teilen wie folgt aufgebaut: Im Teil 1, Abschnitt 1 „Einführung in das Konstruieren und Gestalten von Maschinenteilen“ wird dem Anfänger zunächst ein Überblick über den Vorgehensplan für das Schaffen neuer technischer Gebilde beim Konstruieren und Leitlinien für das Entwerfen und Gestalten unter Berücksichtigung der gebräuchlichsten Werkstoffe gegeben. Hinweise auf richtiges Gestalten enthalten außerdem alle folgenden Abschnitte. Wegen des Einflusses der Herstellverfahren auf die Konstruktion der Maschinenteile werden, soweit im Rahmen des vorliegenden Werkes möglich, werkstoff- und fertigungsgerechtes Gestalten mit behandelt. In manchen Abschnitten werden zweckmäßige und unzweckmäßige Gestaltungsbeispiele miteinander verglichen.

Im Abschnitt 2 sind die Grundlagen der Festigkeitsberechnung zusammengefaßt dargestellt. An einfachen Beispielen wird die zweckmäßige Anwendung der Technischen Mechanik gezeigt, z. B. das Ermitteln unbekannter Kräfte, Momente und Spannungen, die

Berechnung auf Dauerhaltbarkeit und die Wahl von zulässigen Spannungen, Sicherheitszahlen sowie anderen Kenn- und Richtwerten. Jedoch werden diese Ausführungen für das Verständnis der folgenden Abschnitte über die einzelnen Maschinenteile selbst nicht etwa vorausgesetzt. Denn darin stehen Auswahl, Normung und Funktion der Maschinenteile häufig im Vordergrund, und die Berechnung wird durch reiches Zahlenmaterial und viele Zahlenbeispiele erläutert.

Leser, deren Kenntnisse in der Mechanik zum Verständnis von Abschn. 2 noch nicht ausreichen, können die übrigen Abschnitte sowie Teil 2 des Werkes dennoch mit Erfolg durcharbeiten. Um die zweckmäßige Anwendung der Mechanik auf die Berechnung der Maschinenteile und Getriebe jedoch rechtzeitig kennenzulernen und schließlich auch handhaben zu können, wird dem Anfänger empfohlen, sich vorerst jedenfalls mit den Grundgedanken des Abschnittes 2 vertraut zu machen und ihn später mit fortschreitenden Kenntnissen in der Mechanik wiederholt zu studieren.

Im Abschn. 3 werden einige Grundnormen, z. B. Normzahlen, Technische Oberflächen sowie Toleranzen und Passungen behandelt, die dem Studierenden bei der Anfertigung von Studienarbeiten nützlich sind.

In den folgenden Abschnitten werden dann die im Inhaltsverzeichnis aufgeführten Stoffgebiete dargestellt. Jedem Abschnitt sind die wichtigsten Normen vorangestellt. Dadurch soll der Leser angeregt werden, sich mit den Original-DIN-Normblättern vertraut zu machen. Eine schnelle Unterrichtung über die wichtigsten Normen gestattet das vom DIN Deutsches Institut für Normung e. V. herausgegebene Buch: Klein „Einführung in die DIN-Normen“. Die Formelzeichen wurden im wesentlichen nach DIN 1304 gewählt.

Um eine Einheitlichkeit der Formelzeichen durch alle Abschnitte zu erzielen, mußte von manchen in den betreffenden Normblättern angeführten Bezeichnungen abgewichen werden. In einigen Normen z. B. für Zahnräder und in AD-Merkblättern wird für die Sicherheit das Formelzeichen  $S$  gesetzt. Um Verwechslungen auszuschließen, wurde daher in beiden Teilen des Werkes im Gegensatz zu DIN 1304 die Ober- und Querschnittsfläche mit  $A$  und die Sicherheit mit  $S$  bezeichnet.

Die Gleichungen sind meist als Größengleichungen nach DIN 1313, also für frei wählbare Einheiten geschrieben, in die die Zahlenwerte mit SI-Einheiten oder mit abgeleiteten SI-Einheiten eingesetzt werden können. Nur gelegentlich werden auch auf bestimmte Einheiten zugeschnittene Größen- bzw. Zahlenwertgleichungen verwendet.

Für eine leichtere Auswertung beider Teile wurden „Arbeitsblätter“ als Anhang gesondert beigelegt (s. a. „Hinweise für die Benutzung des Werkes“ auf S. IX). Die Arbeitsblätter enthalten den wesentlichen Stoff in knapper übersichtlicher Darstellung als Gleichungen in Tafeln oder als Bilder. Die Zusammenstellung der Gleichungen entspricht im allgemeinen dem Ablauf der Berechnung und Auslegung von Bauelementen.

Es befinden sich im Lehrbucheil keine Zahlentafeln, so daß das Lesen nicht beeinträchtigt werden kann. Nachdem sich der Leser an Hand des Lehrbuches und, wenn zur leichteren Bewältigung des Stoffes notwendig, daneben an Hand des Arbeitsblattes über den Rechnungsgang der einzelnen Maschinenteile klargestellt hat, kann er die Arbeitsblätter – beispielsweise bei den Entwurfsübungen am Zeichenbrett usw. – für sich benutzen. Dabei sind diese für eine rezeptmäßige Anwendung von Formeln ohne Kenntnis der inneren Zusammenhänge nicht auswertbar. Sie sollen dem den Stoff beherrschenden Leser lediglich als Gedächtnisstütze dienen, den Auslegungs- bzw. Berechnungsfluß aufzeigen und das erforderliche Zahlenmaterial übersichtlich darbieten. Sie können von den Studierenden auch zur Wiederholung oder als Formelnachschlagewerk benutzt werden.

Als zweckmäßig und vorteilhaft haben sich die Arbeitsblätter insbesondere auch bei der Betreuung von Studien- und Ingenieurarbeiten durch rasches Aufzeigen des Problems bewährt.

Ich danke allen Lesern, die zur Verbesserung des Werkes beigetragen haben, wie auch den Firmen, die Material zur Verfügung stellten. Nicht zuletzt gebührt mein Dank den Mitarbeitern, welche keine Mühen um die Weiterentwicklung ihrer Beiträge scheuten.

Verlag, Verfasser und Herausgeber würden sich freuen, auch weiterhin Anregung aus den Kreisen der Benutzer zu erhalten.

Soest, im Sommer 1986

Joachim Pokorny

# Inhalt

<b>1 Einführung in das Konstruieren und Gestalten von Maschinenteilen (Pokorny)</b>	
1.1 Allgemeine Gesichtspunkte für das Konstruieren . . . . .	1
1.2 Grundlagen der Gestaltung . . . . .	4
1.3 Werkstoffe . . . . .	17
Literatur . . . . .	25
<b>2 Grundlagen der Festigkeitsberechnung (Pokorny)</b>	
2.1 Spannungszustand und Beanspruchungsarten . . . . .	26
2.2 Festigkeitshypothesen . . . . .	36
2.3 Grenzspannungen . . . . .	38
2.4 Ermitteln unbekannter Kräfte und Momente (Freimachen von Bauteilen) .	53
Literatur . . . . .	62
<b>3 Normen (Pokorny)</b>	
3.1 Normzahlen . . . . .	65
3.2 Toleranzen und Passungen . . . . .	66
3.3 Technische Oberflächen . . . . .	74
Literatur . . . . .	77
<b>4 Nietverbindungen (Zelder)</b>	
4.1 Werkstoffe für Bauteile und Niete . . . . .	80
4.2 Herstellung von Nietverbindungen, Nietformen, Nahtformen . . . . .	80
4.2.1 Setzkopf, Schaft, Schließkopf . . . . .	80
4.2.2 Warmnietung . . . . .	81
4.2.3 Kaltnietung . . . . .	82
4.2.4 Nahtformen . . . . .	82
4.3 Berechnungsgrundlagen . . . . .	84
4.3.1 Berechnen von Nietverbindungen im Stahlbau . . . . .	85
4.3.2 Nietverbindungen im Leichtmetallbau . . . . .	94
Literatur . . . . .	97
<b>5 Stoffschlüssige Verbindungen (Hägele)</b>	
5.1 Schweißverbindungen . . . . .	98
5.1.1 Technologie des Schweißens . . . . .	99
5.1.2 Bezeichnung von Schweißnähten . . . . .	102
5.1.3 Gestalten von Schweißteilen . . . . .	105

5.1.4	Nennspannungen . . . . .	110
5.1.5	Zulässige Spannungen und Spannungsnachweis . . . . .	120
5.1.6	Berechnungsbeispiele . . . . .	128
Literatur	. . . . .	136
5.2	Lötverbindungen . . . . .	137
5.2.1	Technologie des Lötens . . . . .	137
5.2.2	Berechnen und Gestalten . . . . .	139
Literatur	. . . . .	143
5.3	Klebverbindungen . . . . .	143
5.3.1	Klebstoffe und Verfahren . . . . .	143
5.3.2	Berechnen und Gestalten . . . . .	146
Literatur	. . . . .	151
<b>6</b>	<b>Reib- und formschlüssige Verbindungen (Pokorny)</b>	
6.1	Reibschlüssige Verbindungen . . . . .	152
6.1.1	Reibungsschluß . . . . .	153
6.1.2	Klemmverbindung . . . . .	155
6.1.3	Kegelverbindung . . . . .	158
6.1.4	Spannverbindung . . . . .	159
6.1.5	Preßverbindung . . . . .	163
6.1.6	Gestalten und Fertigen . . . . .	174
6.1.7	Keilverbindung . . . . .	176
Literatur	. . . . .	178
6.2	Formschlüssige Verbindungen . . . . .	179
6.2.1	Sicherungen gegen axiales Verschieben . . . . .	180
6.2.2	Paßfederverbindungen . . . . .	184
6.2.3	Profilwellen-Verbindungen . . . . .	186
6.2.4	Bolzen- und Stiftverbindungen . . . . .	190
<b>7</b>	<b>Schraubenverbindungen (Haage)</b>	
7.1	Allgemeines . . . . .	195
7.1.1	Gewindenormen . . . . .	196
7.1.2	Gewindetolerierung . . . . .	197
7.1.3	Schraubenwerkstoffe . . . . .	197
7.1.4	Schrauben- und Mutterarten . . . . .	198
7.2	Kräfte in der Schraubenverbindung . . . . .	199
7.2.1	Kräfte im Gewinde . . . . .	199
7.2.2	Anziehdrehmoment . . . . .	201
7.2.3	Verspannungsschaubild . . . . .	203
7.2.4	Elastische Nachgiebigkeit . . . . .	204
7.2.5	Krafteinleitung . . . . .	206
7.2.6	Setzen der Schraubenverbindung . . . . .	208
7.2.7	Selbsttätiges Lösen . . . . .	209



## VIII Inhalt

7.3	Berechnen von Schrauben . . . . .	210
7.3.1	Bemessungsgrundlagen . . . . .	210
7.3.2	Rechnungsgang . . . . .	214
7.3.3	Berechnen im Stahlbau . . . . .	215
7.3.4	Berechnen im Druckbehälterbau . . . . .	217
7.3.5	Bewegungsschrauben . . . . .	217
7.4	Ausführungen von Schraubenverbindungen . . . . .	219
7.4.1	Gestaltung von Gewindeteilen . . . . .	222
7.4.2	Gestaltung von Schraubenverbindungen . . . . .	224
7.5	Berechnungsbeispiele . . . . .	226
	Literatur . . . . .	231
<b>8</b>	<b>Federn (Pokorny)</b>	
8.1	Allgemeine Berechnungsgrundlagen . . . . .	233
8.2	Bemessen und Gestalten der verschiedenen Bauformen . . . . .	239
8.2.1	Metallfedern . . . . .	239
8.2.2	Gummifedern . . . . .	255
	Literatur . . . . .	259
<b>9</b>	<b>Rohrleitungen und Armaturen (Hemmerling)</b>	
9.1	Aufgabe und Darstellung von Rohrleitungen . . . . .	262
9.2	Rohre . . . . .	263
9.2.1	Berechnen von Rohrleitungen . . . . .	263
9.2.2	Rohnormen . . . . .	270
9.2.3	Berechnungsbeispiel . . . . .	272
9.3	Rohrverbindungen . . . . .	273
9.3.1	Schweißverbindung . . . . .	273
9.3.2	Schraubverbindung für Gewinderohre . . . . .	274
9.3.3	Muffenverbindung . . . . .	275
9.3.4	Flanschverbindung . . . . .	275
9.3.5	Verschraubung . . . . .	276
9.4	Rohrleitungsschalter (Armaturen) . . . . .	277
9.4.1	Hahn . . . . .	277
9.4.2	Ventil . . . . .	278
9.4.3	Schieber . . . . .	282
9.4.4	Klappe . . . . .	284
	Literatur . . . . .	284
<b>10</b>	<b>Dichtungen (Pokorny)</b>	
10.1	Aufgabe und Einteilung . . . . .	285
10.2	Dichtungen an ruhenden Maschinenteilen . . . . .	286
10.2.1	Unlösbare und bedingt lösbare Berührungsdichtungen . . . . .	286
10.2.2	Lösbare Berührungsdichtungen . . . . .	287

10.3	Berührungsdichtungen an bewegten Maschinenteilen . . . . .	291
10.3.1	Packungen . . . . .	292
10.3.2	Selbsttätige Berührungsdichtungen . . . . .	294
10.4	Berührungsfreie Dichtungen . . . . .	306
10.4.1	Strömungsdichtungen . . . . .	306
10.4.2	Dichtungen mit Flüssigkeitssperrung . . . . .	309
10.4.3	Berührungsfreie Schutzdichtungen . . . . .	310
10.4.4	Membrandichtungen . . . . .	311
	Literatur . . . . .	312
	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	<b>313</b>
<b>Beilage</b>		
Arbeitsblatt 1:	Werkstoffe . . . . .	A 1
Arbeitsblatt 2:	Grundlagen der Festigkeitsberechnung . . . . .	A 8
Arbeitsblatt 3:	Normzahlen, Passungen, Oberflächen . . . . .	A 15
Arbeitsblatt 4:	Nietverbindungen . . . . .	A 27
Arbeitsblatt 5:	Schweißverbindungen, Lötverbindungen, Klebverbindungen . . . . .	A 32
Arbeitsblatt 6:	Reib- und formschlüssige Verbindungen . . . . .	A 57
Arbeitsblatt 7:	Schrauben . . . . .	A 78
Arbeitsblatt 8:	Federn . . . . .	A 97
Arbeitsblatt 9:	Rohrleitungen und Armaturen . . . . .	A 110
Arbeitsblatt 10:	Dichtungen . . . . .	A 115

**Hinweise auf die Benutzung des Werkes**

1. Wo nicht ausdrücklich anders bemerkt, werden Größengleichungen geschrieben (s. DIN 1313). In diesen Gleichungen bedeuten die Formelzeichen physikalische Größen, also jeweils ein Produkt aus Zahlenwert (Maßzahl) und Einheit.

Hin und wieder werden Zahlenwertgleichungen benutzt. In solchen Gleichungen sind die Formelzeichen als Zahlenwerte definiert, denen jedoch bestimmte Einheiten zugeordnet sind.

Zur schnellen Orientierung über die Bedeutung eines Formelzeichens wird auf die den einzelnen Arbeitsblättern vorangestellten Formelzeichenlisten verwiesen.

2. Angaben zum Internationalen Einheitensystem und Umrechnungsbeziehungen:

Masse:  $1 \text{ kp s}^2/\text{m} = 9,81 \text{ kg}$   
 Kraft:  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$   $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ kg m/s}^2 = 9,81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$

Die Gewichtskraft  $F_g$ , die auf den Körper der Masse  $m = 1 \text{ kg}$  wirkt, beträgt:  
 $F_g = mg = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N}$

Mechanische Spannung, Flächenpressung:  $1 \text{ kp/mm}^2 = 9,81 \text{ N/mm}^2 \approx 10 \text{ N/mm}^2$

Druck:  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ bar}$   
 $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MN/m}^2 = 10 \text{ bar} \approx 10 \text{ kp/cm}^2$   
 $1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa} = 0,1 \text{ N/mm}^2$   
 $1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 0,981 \text{ bar} \approx 1 \text{ bar}$

X Hinweise für die Benutzung des Werkes

Arbeit:  $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws}$   $1 \text{ kpm} = 9,81 \text{ Nm} \approx 10 \text{ Nm}$   
 $1 \text{ kcal} = 427 \text{ kpm} = 4186,8 \text{ J}$

Leistung:  $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s}$   $1 \text{ kpm/s} = 9,81 \text{ J/s} = 9,81 \text{ W}$   
 $1 \text{ PS} = 75 \text{ kpm/s} \approx 736 \text{ W}$   $1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}$

Trägheitsmoment:  $1 \text{ kpm s}^2 = 9,81 \text{ Nm s}^2 = 9,81 \text{ kg m}^2$

Magnetische Flußdichte:  $1 \text{ T (Tesla)} = 1 \text{ Vs/m}^2 = 1 \text{ Nm}/(\text{m}^2\text{A})$

Dynamische Viskosität:  $1 \text{ Pa s} = 1 \text{ Ns/m}^2 = 1 \text{ kg}/(\text{ms}) = 10^3 \text{ cP (Centipoise)}$

Kinematische Viskosität:  $1 \text{ m}^2/\text{s} = 1 \text{ Pa s m}^3/\text{kg} = 10^4 \text{ St} = 10^6 \text{ cSt (Centistokes)}$

3. Hinweise auf DIN-Normen in diesem Werk entsprechen dem Stande der Normung bei Abschluß des Manuskriptes. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der Normblätter des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. im Format A 4, die durch die Beuth-Verlag GmbH, Berlin und Köln, zu beziehen sind. – Sinngemäß gilt das gleiche für alle in diesem Buche erwähnten amtlichen Bestimmungen, Richtlinien, Verordnungen usw.

4. Bilder, Tafeln und Gleichungen sind abschnittsweise numeriert. Es bedeuten z. B.:

1. Bild 6.1 das 1. Bild im Abschn. 6 – (Abschn.-Nr. halbfett, Bild-Nr. mager), Hinweis im Buchtext (6.1);
2. Gleichung (6.2) die 2. Gleichung im Abschn. 6 – (Abschn.-Nr. und Gl.-Nr. mager), Hinweis im Text Gl.(6.2);
3. Tafel A 5.3 die 3. Tafel im Arbeitsblatt A 5;
4. Tafel 7.1 die 1. Tafel im Buchtext Abschn. 7.
5. Bild A 8.5 das 5. Bild im Arbeitsblatt A 8. Bilder einschließlich der Tafeln A 8. ... sind fortlaufend numeriert. Hinweis im Buchtext A 8.5.

**Griechisches Alphabet (DIN 1453)**

A α	a Alpha	H η	ē Eta	N ν	n Nü	T τ	t Tau
B β	b Beta	Θ θ	th Theta	Ξ ξ	x Ksi	Υ υ	ü Ypsilon
Γ γ	g Gamma	I ι	j Jota	Ο ο	ō Omikron	Φ φ	ph Phi
Δ δ	d Delta	K κ	k Kappa	Π π	p Pi	Χ χ	ch Chi
E ε	ē Epsilon	Λ λ	l Lambda	Ρ ρ	r Rho	Ψ ψ	ps Psi
Z ζ	z Zeta	Μ μ	m Mü	Σ σ	s Sigma	Ω ω	ō Omega