

Hochschultext



H. Petermann

**Einführung in die
Strömungsmaschinen**

Dritte, überarbeitete Auflage

Mit 95 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo 1988

Dr.-Ing. HARTWIG PETERMANN

o. Professor, Technische Universität Braunschweig

ISBN-13: 978-3-540-18326-6 e-ISBN-13: 978-3-642-83218-5
DOI: 10.1007/978-3-642-83218-5

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek
Petermann, Hartwig:
Einführung in die Strömungsmaschinen / H. Petermann.
3., überarb. Aufl.
Berlin ; Heidelberg ; New York ; Tokyo : Springer, 1988
(Hochschultext)
ISBN-13: 978-3-540-18326-6

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1974, 1983 and 1988

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

2362/3020-543210

Vorwort

Unter der Bezeichnung Strömungsmaschinen werden Turbinen, Kreiselpumpen, Turboverdichter, Propeller und Strömungsgetriebe zusammengefaßt. Strömungsmaschinen begegnen uns als Haupt- und Hilfsmaschinen in Kraftwerken, als Antriebsmaschinen von Flugzeugen und Schiffen, als Hilfsmaschinen in vielen technischen Einrichtungen der Industrie und des täglichen Lebens. Sie sind somit im Maschinenbau von grundlegender Bedeutung. Deshalb braucht jeder Maschinenbauer Grundkenntnisse über Wirkungsweise und Anwendungsmöglichkeiten der Strömungsmaschinen.

Das vorliegende Buch soll diese Grundkenntnisse vermitteln. Es ist so abgefaßt, daß es ohne Vorkenntnisse der Strömungslehre und der Thermodynamik verstanden werden kann. Um ein Kennenlernen des gesamten Gebietes der Strömungsmaschinen mit möglichst geringem Arbeitsaufwand zu ermöglichen, werden die gemeinsamen Grundlagen aller Strömungsmaschinen zusammenfassend behandelt. Der Lehrstoff ist so abgefaßt, daß der Leser nach dem Studium dieses Heftes auf weiterführende Literatur übergehen kann.

Beim Zeichnen der Abbildungen und beim Lesen der Korrekturen haben mich die Angehörigen des Pfeleiderer-Instituts für Strömungsmaschinen der Technischen Universität Braunschweig unterstützt. Ihnen allen danke ich für ihre Hilfe. Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Nachfolger als Leiter des Pfeleiderer-Instituts für Strömungsmaschinen, Herrn Prof. Dr.-Ing. G. Kosyna, und meinen langjährigen Mitarbeitern Herrn Prof. Dr.-Ing. M. Pekrun und Herrn Dr.-Ing. R. Rotzoll, die mir wertvolle Anregungen gegeben haben. Dem Springer-Verlag danke ich für die angenehme Zusammenarbeit und dafür, daß meinen Wünschen weitgehendst entgegen gekommen wurde.

Inhaltsverzeichnis

<u>1. Allgemeines</u>	1
1.1 Formelzeichen und Einheiten	1
1.2 Kontinuitätsgleichung, Bernoulli-Satz, Drallströmung	6
1.3 Aufgabe und Arbeitsprinzip der Strömungsmaschinen	10
1.4 Spez. Stutzenarbeit Y und Leistung P_{Fluid}	14
1.5 Verluste und Wirkungsgrade der Strömungsmaschinen	19
<u>2. Die Strömung im Laufrad</u>	23
2.1 Bewegung des Fluids im Laufrad und die sich daraus ergebende spez. Schaufelarbeit	23
2.2 Einfluß der Schaufelstärke und der Schaufelzahl	29
2.3 Das Pfeilerersche Verfahren zur Berechnung der Minderleistung bei Pumpen	33
2.4 Spaltdruck, Gleich- und Überdruckwirkung, Reaktionsgrad, Druckzahl	35
2.5 Die verschiedenen Laufschaufelformen und deren Anwendung	44
2.6 Die verschiedenen Laufradformen, spez. Drehzahl oder Radformkennzahl	46
<u>3. Kavitations- und Überschallgefahr</u>	54
3.1 Kavitation	54
3.2 Kavitationsgefahr bei Pumpen	56
3.3 Kavitationsgefahr bei Wasserturbinen	62
3.4 Überschallgefahr bei Verdichtern	65
3.5 Laufradabmessungen auf der Saugseite	66
<u>4. Entwurf des Laufrades</u>	70
4.1 Laufschaufelzahl	70
4.2 Allgemeiner Gang der Berechnung eines Laufrades	71
<u>5. Leitvorrichtungen</u>	75
5.1 Das beschaufelte Leitrad	75
5.2 Schaufelloser Ringraum	76
5.3 Spiralgehäuse	77
5.4 Leitvorrichtung auf der Saugseite des Laufrades	78

<u>6. Betriebliches Verhalten der Strömungsmaschinen</u>	80
6.1 Stoßverluste	80
6.2 Kennlinien und Bestimmung des Betriebspunktes bei Kreiselpumpen	82
6.3 Das "Pumpen" und die Pumpgrenze	90
6.4 Das rotierende Abreißen	94
6.5 Kennlinien der Turbinen	95
<u>7. Spaltverlust, Radreibungsverlust, Axialschub und Ventilationsverlust</u>	98
7.1 Spaltverlust	98
7.2 Radreibungsverlust	101
7.3 Axialschub und sein Ausgleich	105
7.4 Ventilationsverlust	109
<u>8. Besonderheiten thermischer Strömungsmaschinen</u>	113
8.1 Mehrarbeitsbeiwert	113
8.2 Ungekühlte Verdichter	115
8.3 Gekühlte Verdichter	118
8.4 Besonderheiten der Dampfturbinen	119
8.5 Ausführungsformen der Dampfturbinen	122
8.6 Gasturbinen	127
8.7 Windräder	129
<u>9. Hydrodynamische Wandler</u>	131
9.1 Strömungskupplung (Drehzahlwandler)	131
9.2 Strömungsgetriebe (Drehmomentenwandler)	133
<u>10. Strahlantriebe</u>	136
10.1 Grundlagen der Strahlantriebe	136
10.2 Kenngrößen und deren Abhängigkeit von den Geschwindigkeiten	139
10.3 Die verschiedenen Triebwerksarten und ihre Anwendung	140
<u>Literaturverzeichnis</u>	142
<u>Sachverzeichnis</u>	143