



Hans-Hermann Franzke

Einführung in die Maschinen- und Anlagentechnik

Band 2:
Arbeitsmaschinen

Mit 256 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo Hong Kong 1990

o. Prof. Dr.-Ing. H.-H. Franzke

Institut für Maschinenwesen
beim Bergbau und Hüttenbetrieb
Technische Universität Berlin
Straße des 17. Juni 135
1000 Berlin 12

ISBN-13:978-3-540-50552-5 e-ISBN-13:978-3-642-83667-1
DOI: 10.1007/978-3-642-83667-1

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek:

Franzke, Hans-Hermann:

Einführung in die Maschinen- und Anlagentechnik / Hans-
Hermann Franzke. – Berlin ; Heidelberg ; New York ; London ;
Paris ; Tokyo ; Hong Kong : Springer.

Bd. 2. Arbeitsmaschinen. – 1990

ISBN-13:978-3-540-50552-5

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 jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1990

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.

Datenkonvertierung: Brühlsche Universitätsdruckerei, Gießen;

2068/3020-543210 Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Vorwort

Der Zielsetzung der Darstellung entsprechend wurde auch beim Erstellen des vorliegenden Bandes Wert darauf gelegt, das Gemeinsame unterschiedlicher Maschinen und Anlagen herauszuarbeiten, wobei die Funktion und nicht die Konstruktion im Vordergrund stehen sollte. Es wurde also eine Betrachtungsweise angestrebt, die für den angesprochenen Leserkreis (u. a. Studierende, die als Grundlage ihrer Berufstätigkeit viele Gebiete des klassischen Maschinenbaus kennen müssen, wie Studenten des Bergbaus, des Hüttenwesens, des Wirtschaftsingenieurwesens etc., denen es vor allen Dingen auf ein generelle Methoden und Prinzipien überblickendes Denken ankommt), nützlich ist. Diese ganzheitliche Betrachtungsweise wirkt sich u. a. in zahlreichen Querverweisen aus. Es wurde versucht, die hierbei auftretenden Probleme unterschiedlicher Inhalte für gleiche Begriffe etc. bzw. gleicher Inhalte, die in den verschiedenen Fachgebieten unterschiedlich bezeichnet werden, durch entsprechende Erläuterungen zu vermindern.

Quer-Beziehungen zwischen den unterschiedlichen Gebieten werden auch im Sachverzeichnis erkennbar. Das Sachverzeichnis ist deshalb besonders ausführlich gestaltet und hält sich nicht ausschließlich genau an die im Text gebrachten Stichwörter.

Die Darstellung berücksichtigt neben den heute gültigen auch einige Größen etc., die in der Vergangenheit benutzt wurden, sofern solche heute noch häufig in der Praxis angetroffen werden.

Es werden auch – wie in Band 1 – Ausführungsformen gebracht, die aber, da sehr unterschiedliche Gebiete behandelt wurden und der zur Verfügung stehende Platz beschränkt war, lediglich exemplarischen Charakter haben und andere Formen mit z. T. besonderen Vorzügen nicht in den Schatten stellen sollen.

Als einzige Art von *Arbeitsanlagen* (Begriffe siehe Abschnitt 5, Abs. 1 im vorliegenden Band und Band 1, Abschnitt 1) wurden Kälte- bzw. Wärmepumpenanlagen behandelt, weil diese heute auf vielen Gebieten der Maschinen- und Anlagentechnik eine wichtige Rolle spielen, z. B. für die rationelle Energienutzung und wegen der Besonderheiten ihrer Arbeitsmedien.

Einige formale Änderungen gegenüber Band 1 wurden vorgenommen. Die Numerierung wurde anders gestaltet: Abschnitt-Nummern enthalten Punkte (Beispiel: 5.1.1), Bild-Nummern enthalten Punkt und Bindestrich (Beispiel: 5.-1). Wenn Wörter oder Wortteile herausgehoben werden sollten, wurde dies durch Kursivschrift getan. Ansonsten wurde die bewährte Form beibehalten.

Danken möchte ich meinen Mitarbeitern, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. Th. Kathöfer und Herrn Dipl.-Ing. J. Voß und Frau G. Kenkel für ihre Ratschläge

VI Vorwort

und ihre Hilfe, weiterhin den Firmen für die Zurverfügungstellung von Bildunterlagen und dem Verlag für die angenehme Zusammenarbeit.

Für Hinweise auf Unrichtigkeiten, zweckmäßigere Darstellung etc. wäre ich dankbar.

Berlin, im März 1990

H. H. Franzke

Inhaltsverzeichnis

5 Strömungs-Arbeitsmaschinen	1
5.1 Grundlagen	1
5.1.1 Energieumsetzung im Laufrad und Euler-Gleichung	3
5.1.2 Schaufeln unterschiedlicher Krümmung	6
5.1.3 Verluste, Wirkungsgrade, Kennlinien	8
5.1.4 Vergleich unterschiedlicher Radformen	11
5.1.5 Zusammenarbeit mehrerer Strömungsarbeitsmaschinen an einer gemeinsamen Rohrleitung	18
5.2 Besonderheiten bei Strömungsmaschinen für Flüssigkeitsförderung	20
5.2.1 Kavitation	20
5.2.2 Ausführungsformen von Kreiselpumpen	26
5.3 Besonderheiten der Strömungsarbeitsmaschinen mit kompressiblem Fluid	39
5.3.1 Einteilung, Verdichtungsprozess, Definition der Wirkungsgrade	39
5.3.2 Energieumwandlung, Kennlinien, Pumpvorgang	43
5.3.3 Abgrenzung der Einsatzgebiete von Axial- und Radialverdichtern	49
5.3.4 Zusammenschalten mehrerer Lüfter	50
5.3.5 Veränderung der Kennlinie durch Leitschaufelverstellung	51
5.3.6 Ausführungsformen und Betriebsprobleme	53
6 Verdränger-Arbeitsmaschinen	65
6.1 Allgemeines	65
6.1.1 Energieumsetzung	65
6.1.2 Kennlinien, Verluste, Wirkungsgrade	67
6.2 Besonderheiten und Ausführungsformen der Verdrängermaschinen für Flüssigkeitsförderung	69
6.3 Besonderheiten und Ausführungsformen der Verdrängermaschinen für Gasförderung	73
6.3.1 Ausführungsformen von Verdrängerverdichtern	74
6.3.2 Steuerung des Gaswechsels und Stelleingriffe	87
6.3.3 Einsatzbereiche der unterschiedlichen Verdichter	91
6.3.4 Druckluftanwendung	93
7 Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen	101
7.1 Anlagen mit Antrieb durch mechanische Energie (Kompressions-Anlagen)	101

VIII Inhaltsverzeichnis

7.1.1 Grundlagen	101
7.1.2 Kältemittel	105
7.1.3 Bauteile	115
7.1.4 Regelung und Regelorgane	123
7.1.5 Mehrstufigkeit von Kälteanlagen	128
7.2 Strahl-Kälteanlagen	130
7.3 Absorptionskälteanlagen	132
7.3.1 Grundlagen	132
7.3.2 Arbeitsstoffe der Absorptionskälteanlage	133
7.3.3 Vorgänge in der Sorptions-Kälteanlage	135
7.3.4 Schaltungs-Beispiel ohne mechanisch angetriebene Lösungspumpe	139
7.4 Kältenetze	140
7.5 Besonderheiten bei Wärmepumpenanlagen	142
8 Übertragung mechanischer Energie durch Fluide	145
8.1 Strömung in Rohren	145
8.1.1 Druckabfall und Formen der Strömung	145
8.1.2 Einfluß unterschiedlicher Medien auf den Druckabfall	151
8.1.3 Geschwindigkeitsverteilung über dem Rohrquerschnitt	153
8.1.4 Druckabfall in Armaturen und Krümmern	153
8.2 Hydrodynamische Energieübertragung	155
8.2.1 Kupplungen	155
8.2.2 Drehmomentwandler, Getriebe	158
8.3 Hydrostatische Energieübertragung und -steuerung	161
8.3.1 Grundlagen und Einsatzbereiche	161
8.3.2 Wirkungsgrade, Verluste	162
8.3.3 Bauelemente	165
8.3.4 Hydrokreise, Schaltungsbeispiele	188
Weiterführende Literatur	195
Sachverzeichnis	197