

Heinz Pfeifer  
Gerald Kabisch  
Hans Lautner

## **Fördertechnik**

Konstruktion und Berechnung

## **Aus dem Programm**

### **Konstruktion**

#### **Lehr- und Lernsystem**

##### **Roloff/Matek Maschinenelemente Lehrbuch**

von W. Matek, D. Muhs, H. Wittel und M. Becker

#### **Toleranzen und Passungen**

von S. Szyminski

#### **Fördertechnik**

##### **Konstruktion und Berechnung**

von H. Pfeifer, G. Kabisch und H. Lautner

#### **Konstruieren und Gestalten**

von H. Hintzen, H. Laufenberg, W. Matek, D. Muhs  
und H. Wittel

#### **AutoSketch – Zeichenkurs**

von Hans Georg Harnisch und Volker Küch

#### **AutoCAD – Grundkurs**

von H. G. Harnisch, J. Kretzschmer und Th. Wesseloh

#### **AutoCAD – Aufbaukurs**

von H. G. Harnisch und J. Neuberger

#### **Arbeitshilfen und Formeln für das technische Studium**

##### **Band 2: Konstruktion**

von A. Böge (Hrsg.)

#### **Studienprogramme Maschinenelemente**

von A. Böge

#### **Roloff/Matek Maschinenelemente**

##### **Delphi-Berechnungsprogramm**

von Softwert (Hrsg.)

**Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH**

Heinz Pfeifer  
Gerald Kabisch  
Hans Lautner

# Fördertechnik

Konstruktion und Berechnung

6., vollständig überarbeitete  
und erweiterte Auflage

Mit 205 Bildern



Approbiert für den Unterrichtsgebrauch an Höheren technischen und gewerblichen Lehranstalten  
in der Republik Österreich unter Aktenzeichen ZI. 25.397/1-14a/78

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Pfeifer, Heinz:**

Fördertechnik: Konstruktion und Berechnung / Heinz Pfeifer;  
Gerald Kabisch; Hans Lautner. – 6., vollst. überarb. und erw. Aufl. –  
(Viewegs Fachbücher der Technik)

5. Aufl. u. d. T.: Pfeifer, Heinz: Grundlagen der Fördertechnik

ISBN 978-3-528-54061-6 ISBN 978-3-663-14120-4 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-663-14120-4

NE: Kabisch, Gerald;; Lautner, Hans:

Das Buch erschien bis zur 5. Auflage unter dem Titel „Grundlagen der Fördertechnik“  
6., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 1995

Alle Rechte vorbehalten

© Springer Fachmedien Wiesbaden 1995

Ursprünglich erschienen bei Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1995



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 ins-  
besondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und  
die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlaggestaltung: Klaus Birk, Wiesbaden

Satz: Kníhtlačiarren Svornosť, Bratislava

Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN 978-3-528-54061-6

---

# Vorwort

Das Lehrbuch „Förder- und Lagertechnik“ behandelt in einer kurzgefaßten Darstellung die wichtigsten Gebiete der Fördertechnik. Das Buch basiert auf den Erfahrungen aus längerer Lehrtätigkeit an Fachhochschulen und auf den aus der Berufspraxis gewonnenen Erkenntnissen. Es wendet sich an Ingenieurstudenten der Hochschulen, insbesondere der Fachhochschulen. Auch der in der Praxis tätige Ingenieur kann sich mit diesem Buch in das Gebiet der Fördertechnik einarbeiten. Ebenso entnimmt der nicht unmittelbar mit der Fördertechnik befaßte Ingenieur (z.B. Betriebs-, Fertigungs- oder Planungsingenieur) hier rasch Hinweise für seine Arbeit.

Die Darstellung der einzelnen Sachgebiete beschränkt sich vor allem auf den maschinenbaulichen Teil der Standardfördermittel. Dem in der Fördertechnik arbeitenden Elektro- und Stahlbauingenieur soll sie ermöglichen, die maschinenbaulichen Zusammenhänge der Anlagen zu erkennen.

Neu aufgenommen wurde ein Kapitel über die Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung (EDV). Es enthält einen Überblick der wesentlichen Einsatzbereiche der EDV sowie die Darstellung von Berechnungsverfahren, für die sich die Rechneranwendung besonders anbietet. Damit besteht die Möglichkeit, eigene Programme zu erstellen oder vorhandene Software sachgerecht zu nutzen. Für die Zeichnungserstellung wird auf die einschlägige Literatur der CAD-Programme verwiesen.

Auf Zahlenwertgleichungen wurde weitgehend verzichtet. Generell wurde eine einfache Darstellung gewählt, die nur grundlegende Kenntnisse in Mathematik und Technischer Mechanik voraussetzt. Eingefügte Zahlenbeispiele verdeutlichen die Berechnungsverfahren.

An dieser Stelle sei den einzelnen Firmen für die Bereitstellung von Bild- und Informationsmaterial, dem Verlag für seine Unterstützung und den Lesern für ihre Anregungen gedankt.

Wiesbaden, im November 1994

*Kabisch  
Lautner  
Pfeifer*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b> .....	1
1.1 Entwicklung und Bedeutung der Förder- und Lagertechnik .....	1
1.2 Strukturen der Fachdisziplin <i>Fördertechnik</i> .....	1
1.2.1 Förder- und Lagermittel .....	2
1.2.2 Fördergüter .....	4
1.2.3 Förderaufgaben .....	5
1.3 Fördermenge, Massenstrom, Volumenstrom, Stückgutstrom .....	5
<b>2 Bauteile der Fördermittel</b> .....	6
2.1 Seiltriebe .....	6
2.1.1 Mechanismenketten .....	6
2.1.2 Seilflaschenzüge .....	7
2.1.3 Drahtseile .....	9
2.1.3.1 Begriffe, Aufbau, Einteilung, Einsatz .....	9
2.1.3.2 Berechnung und Auswahl von Drahtseilen .....	10
2.1.3.3 Seilverbindungen .....	13
2.1.4 Faserseile .....	14
2.1.5 Seilrollen .....	14
2.1.6 Seiltrommeln .....	15
2.1.7 Treibscheiben und Reibungstrommeln .....	18
2.1.8 Beispiele .....	19
2.2 Kettentriebe .....	23
2.2.1 Ketten .....	23
2.2.1.1 Rundstahlketten .....	23
2.2.1.2 Gelenkketten .....	24
2.2.2 Kettenräder .....	25
2.2.2.1 Unverzahnte Kettenräder .....	25
2.2.2.2 Verzahnte Kettenräder .....	26
2.2.3 Kettentrommeln .....	27
2.3 Fahrwerkselemente .....	27
2.3.1 Laufräder .....	27
2.3.1.1 Radkräfte .....	27
2.3.1.2 Berechnung .....	29
2.3.2 Schienen .....	32
2.2.3 Beispiel .....	33
2.4 Bremsen .....	36
2.4.1 Berechnung des Bremsmoments .....	37
2.4.2 Wärmebelastung der Bremsen .....	39
2.4.3 Backenbremsen .....	40
2.4.4 Bandbremsen .....	42
2.4.5 Scheibenbremsen .....	44
2.4.6 Kegelbremsen .....	45

2.4.7	Bremslüfter .....	46
2.4.8	Beispiele.....	48
2.5	Lastaufnahmemittel.....	52
2.5.1	Lasthaken.....	53
2.5.1.1	Einfacher Lasthaken.....	53
2.5.1.2	Doppelhaken .....	54
2.5.1.3	Ösenhaken.....	54
2.5.1.4	Lamellenhaken.....	54
2.5.2	Schäkel .....	54
2.5.3	Hakengeschirre.....	55
2.5.4	Unterflaschen .....	56
2.5.5	Anschlagmittel.....	56
2.5.6	Zangen und Klemmen .....	57
2.5.6.1	Zangen .....	57
2.5.6.2	Klemmen.....	59
2.5.7	Kübel .....	59
2.5.8	Greifer.....	60
2.5.8.1	Mehrseilgreifer.....	60
2.5.8.2	Einseilgreifer.....	63
2.5.8.3	Motorgreifer .....	64
2.5.8.4	Ausführung der Greifer .....	64
2.5.9	Lasthaftgeräte.....	65
2.5.10	Beispiele.....	66
2.6	Stütz-, Zug- und Tragmittel für Stetigförderer.....	70
2.6.1	Trag- und Scheibenrollen .....	70
2.6.2	Bänder .....	70
2.7	Triebwerke.....	72
2.7.1	Berechnungsgrundlagen .....	72
2.7.2	Hubwerke .....	73
2.7.3	Wippwerke.....	76
2.7.4	Fahrwerke .....	77
2.7.5	Drehwerke.....	79
2.7.6	Reib- und Formschlüssige Triebwerke .....	82
2.7.7	Beispiele.....	82
2.7.8	Beispiele.....	84
<b>3</b>	<b>Serienhebezeuge .....</b>	<b>88</b>
3.1	Flaschenzüge .....	88
3.1.1	Handflaschenzüge .....	88
3.1.1.1	Schraubenflaschenzug .....	88
3.1.1.2	Stirnradflaschenzug.....	89
3.1.1.3	Zug-Hubgeräte (Mehrzweckzüge).....	91
3.1.2	Elektroflaschenzüge (E-Züge) .....	91
3.1.3	Druckluftflaschenzüge.....	94
3.2	Winden.....	95
3.2.1	Zahnstangenwinde .....	95
3.2.2	Schraubenwinde .....	96

3.2.3	Seilwinden .....	96
3.3	Hydraulische Hebezeuge.....	98
3.4	Beispiele .....	99
<b>4</b>	<b>Krane .....</b>	<b>102</b>
4.1	Brückenkrane.....	102
4.1.1	Ein- und Zweiträgerbrückenkrane .....	103
4.1.1.1	Kranbrücken.....	103
4.1.1.2	Laufkatzen .....	106
4.1.1.3	Greiferwindwerke.....	106
4.1.1.4	Kranfahrwerke .....	110
4.1.2	Hängekrane.....	110
4.1.3	Hängebahnen .....	111
4.1.4	Stapelkrane .....	112
4.1.5	Regalbediengeräte .....	113
4.1.6	Sonderausführungen.....	114
4.1.7	Beispiele.....	116
4.2	Portalkrane .....	117
4.2.1	Bockkrane .....	117
4.2.2	Verladebrücken .....	119
4.3	Kabelkrane.....	127
4.4	Drehkrane.....	129
4.4.1	Allgemeine Hinweise.....	129
4.4.2	Lagerung des Drehteiles .....	130
4.4.3	Wippsysteme .....	133
4.4.4	Unterbau .....	135
4.4.5	Wichtige Bauarten von Drehkranen.....	137
4.4.6	Beispiele.....	142
4.5	Fahrzeugkrane .....	147
4.5.1	Ladekrane für Straßenfahrzeuge.....	148
4.5.2	Mobilkrane.....	149
4.5.3	Autokrane .....	151
<b>5</b>	<b>Gleislose Flurfördermittel .....</b>	<b>152</b>
5.1	Fahrwerk und Lenkung.....	152
5.1.1	Fahrwerk.....	152
5.1.2	Lenkung.....	153
5.2	Fahrgeräte.....	154
5.2.1	Fahrgeräte ohne Hubeinrichtung .....	154
5.2.2	Fahrgeräte mit Hubeinrichtung.....	156
5.3	Stapelgeräte .....	158
5.3.1	Gabelstapler G.....	158
5.3.1.1	Bauformen.....	159
5.3.1.2	Hubwerke .....	160
5.3.1.3	Anbaugeräte .....	162
5.3.2	Querstapler Q .....	164



5.3.3	Portalstapler E .....	164
5.3.4	Sonderstapler .....	166
5.4	Berechnung der Flurförderung .....	168
5.4.1	Fördermenge der gleislosen Flurfördermittel .....	169
5.4.2	Fahrwiderstand der gleislosen Flurfördermittel .....	170
5.4.3	Beispiele .....	171
<b>6</b>	<b>Stetigförderer .....</b>	<b>175</b>
6.1	Berechnungsgrundlagen .....	175
6.1.1	Fördermenge .....	175
6.1.2	Antriebsleistung .....	176
6.2	Mechanische Stetigförderer mit Zugmitteln (Bandförderer) .....	178
6.2.1	Bandförderer .....	178
6.2.2	Sonderausführungen .....	185
6.2.3	Beispiele .....	186
6.3	Mechanische Stetigförderer mit Zugventil (Gliederförderer) .....	189
6.3.1	Gliederbandförderer .....	189
6.3.2	Trogkettenförderer .....	192
6.3.3	Kratzerförderer .....	195
6.3.4	Kreisförderer – Einbahnsystem – Zweibahnsystem .....	196
6.3.5	Becherwerke .....	201
6.3.5.1	Senkrechtbecherwerke .....	202
6.3.5.2	Pendelbecherwerke .....	205
6.3.6	Beispiele .....	206
6.4	Mechanische Stetigförderer ohne Zugmittel .....	211
6.4.1	Rollenförderer (Angetriebene Rollenbahnen) .....	211
6.4.1.1	Leichte Rollenförderer .....	211
6.4.1.2	Schwere Rollenförderer .....	214
6.4.2	Schneckenförderer .....	214
6.4.3	Schwingförderer .....	218
6.4.3.1	Schüttelrutschen .....	218
6.4.3.2	Schwingrinnen .....	219
6.4.4	Beispiele .....	226
6.5	Schwerkraftförderer .....	230
6.5.1	Rutschen .....	230
6.5.2	Rollenbahnen (Schwerkraftrollenbahnen) .....	232
6.5.3	Beispiel .....	236
6.6	Strömungsförderer .....	237
6.6.1	Pneumatische Förderer .....	237
6.6.2	Rohrpostanlagen .....	242
6.6.3	Hydraulische Förderer .....	244
6.6.4	Beispiel .....	245
<b>7</b>	<b>Lagertechnik .....</b>	<b>247</b>
7.1	Lagergestaltung .....	247
7.1.1	Aufgaben und Einteilung der Lager .....	247

7.1.2	Lagerorganisation .....	247
7.1.3	Technische Ausführung .....	248
7.2	Ladehilfsmittel .....	249
7.2.1	Paletten .....	249
7.2.2	Boxpaletten .....	252
7.2.3	Ladepritschen .....	252
7.2.4	Kästen .....	252
7.2.5	Klein-Behälter .....	253
7.2.6	Container (Groß-Behälter) .....	253
7.3	Freilager .....	255
7.4	Bunker .....	256
7.4.1	Bauarten der Bunker .....	256
7.4.2	Gutaufgabe und Gutabgabe .....	257
7.4.3	Bunkerhilfseinrichtungen .....	259
7.5	Gebäudelager .....	259
7.5.1	Regallose Lager (Blocklager) .....	260
7.5.2	Feste Regallager .....	261
7.5.3	Verschiebbare Regallager .....	264
7.5.4	Durchlaufregallager .....	265
7.5.5	Umlaufregallager .....	266
7.5.6	Sonderausführungen .....	266
7.5.7	Beispiele .....	267
<b>8</b>	<b>Datenverarbeitung (EDV) in der Fördertechnik .....</b>	<b>271</b>
8.1	Konstruktionspraxis und Möglichkeiten der EDV .....	272
8.1.1	Prinzipielle Lösung einer Förderaufgabe, Systemwahl .....	272
8.1.2	Entwicklung und Konstruktion eines Fördermittels .....	273
8.1.3	EDV-Einsatz bei der Konstruktion eines Fördermittels .....	275
8.1.3.1	Modellierung und Modellierungsziel .....	279
8.2	Rechnerischer Nachweis der Gebrauchseigenschaften .....	284
8.2.1	Berechnungsmodelle zum Nachweis der Gebrauchseigenschaften ....	286
8.2.1.1	Starrkörperkinetisches Berechnungsmodell .....	289
8.2.1.2	Beispiel für starrkörperkinetische Berechnung .....	303
8.2.1.3	Elastostatisches Berechnungsmodell .....	310
8.2.1.4	Untersuchung lokaler Beanspruchungen .....	325
<b>Anhang</b>	.....	<b>327</b>
<b>Sachwortverzeichnis</b>	.....	<b>337</b>