

# Technische Elementar-Mechanik

Grundsätze mit Beispielen  
aus dem Maschinenbau

Von

**Dipl.-Ing. Rudolf Vogdt**

Professor an der Staatlichen Höheren Maschinenbauschule in Aachen  
Regierungsbaumeister a. D.

Zweite  
verbesserte und erweiterte Auflage

Mit 197 Textfiguren



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1922

ISBN 978-3-642-53327-3      ISBN 978-3-642-53367-9 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-642-53367-9

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

Copyright 1922 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg  
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1922

## Vorwort zur ersten und zweiten Auflage.

Auf den nachstehenden Blättern sind die für angehende Maschinentechniker wichtigsten Grundsätze und Formeln der technischen Elementar-Mechanik zusammengestellt. Ziel der Arbeit war, möglichste Kürze in der Fassung des Textes mit Übersichtlichkeit des Inhalts, möglichst geringen Umfang des kleinen Buches mit wohlfeilem Preise zu vereinigen.

Bei der Bearbeitung des Stoffes ist in jedem Falle auf die Anwendung im Maschinenbau möglichste Rücksicht genommen. Als Grundlage für das Verständnis sind nur die einfachsten mathematischen Kenntnisse vorausgesetzt. Soweit als möglich sind die benutzten Formeln entwickelt. Stets ist aber als Hauptziel erstrebt, die mechanischen Begriffe klarzustellen. Die Anschaulichkeit ist zu erhöhen gesucht durch weitgehende Anwendung zeichnerischer Ermittlungen und durch Aufnahme vieler einfacher Abbildungen. Zur Förderung des Verständnisses sind viele Beispiele aufgenommen. Die aus denselben berechneten Zahlenwerte sind mit dem Rechenschieber erhalten, erscheinen demnach in vielen Fällen nur abgerundet.

Die vorliegende zweite Auflage erscheint unter verändertem Titel, um diesen schärfer zu unterscheiden von demjenigen des Buches: „Elementare Mechanik als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik“ von Prof. Dr. Woldemar Voigt, das mir erst nach dem Erscheinen meiner Elementar-Mechanik bekannt geworden war.

In der zweiten Auflage sind erhebliche Umstellungen vorgenommen worden in der Absicht, die Anordnung des Stoffes dadurch zu verbessern.

Es ist die Bewegungslehre an den Anfang gestellt, weil die sichtbaren Bewegungen dem Anfänger leichter verständlich sind als die unsichtbaren Kräfte. Von Anfang an sind zur Veranschaulichung der Funktionsbegriff und die Darstellung in Koordinatensystemen benutzt, um zu der Vorstellung vom Fluß der Kräfte und der Arbeiten in den Maschinen anzuleiten. Aus dem gleichen Grunde sind an verschiedenen Stellen auch nach Sankey die Streifendiagramme, die für die Aufstellung von Wärmebilanzen in der Technik seit langer Zeit üblich sind, auch für die Veranschaulichung von Arbeitsvorgängen, mechanischen Wirkungsgraden und Energieumwandlungen benutzt worden. Die Zahl der Abbildungen ist erhöht. Auch bei

der Darstellung technischer Anordnungen ist, um die Kraftwirkungen möglichst deutlich hervortreten zu lassen, nur ein Schema gegeben und bauliche Ausführungen sind nur vereinfacht angedeutet. Für die liebenswürdige Überlassung mehrerer im Text bezeichneter Abbildungen aus dem für die Einführung in die Technik vorzüglich geeigneten Buche: „Technisches Denken und Schaffen“ von G. v. H a n f f - s t e n g e l danke ich auch an dieser Stelle dem Herrn Verfasser, dessen Darstellungsart die Zusammenhänge so besonders anschaulich macht.

In der Festigkeitslehre ist an verschiedenen Stellen auf die Formänderung näher eingegangen. Einige Federberechnungen sind aufgenommen. Für die gefällige Übermittlung von Zahlenwerten über Versuche mit Federn habe ich der Gußstahlfabrik Friedrich Krupp in Essen und den Westfalenstahlwerken in Bochum zu danken.

In der Dynamik ist neben anderem der Abschnitt über Schwungräder erweitert und ein Abschnitt über den Massenausgleich nach Schlick aufgenommen.

Auch die Hydraulik ist an mehreren Stellen um technisch allgemein Wichtiges erweitert.

Bei den Rechnungen ist dort, wo es vorteilhaft erschien, mit der Summation kleiner Größen gearbeitet. Absichtlich ist die Anwendung der Integralrechnung vermieden, um den Charakter des Buches als Elementarbuch zu wahren. Die vorkommenden Formeln sind dann geometrisch oder analytisch für den jeweiligen Bedarf in einfacher Weise abgeleitet.

Möge das Buch auch in der vorliegenden Fassung manchem Anfänger den Weg weisen können in das Gebiet der technischen Mechanik und zu weiteren Studien anregen!

Aachen, im November 1921.

**Rudolf Vogdt.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Einleitung.</b>	
Aufgabe der Mechanik. Kräfte und deren Wirkungen . . . . .	1
<b>I. Bewegungslehre.</b>	
Kennzeichnung von Bewegungen . . . . .	1
1. Gleichförmige Bewegung . . . . .	2
2. Ungleichförmige Bewegungen . . . . .	5
a) Beschleunigte Bewegung . . . . .	5
b) Verzögerte Bewegung . . . . .	6
3. Zusammensetzung von Bewegungen . . . . .	7
a) Gleichgerichtete Bewegungen . . . . .	7
b) Entgegengesetzte Bewegungen . . . . .	7
c) Bewegungen, deren Richtungen einen beliebigen Winkel miteinander einschließen. Parallelogramm der Geschwindigkeiten . . . . .	8
4. Umfangsgeschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit . . . . .	9
5. Bewegung des Kurbelgetriebes . . . . .	10
<b>II. Statik.</b>	
Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte . . . . .	13
1. Darstellung der Kräfte . . . . .	13
2. Zusammensetzung von Kräften mit gemeinsamer Wirkungslinie . . . . .	13
3. Gleichgewicht zwischen zwei Kräften . . . . .	15
4. Gleichgewicht zwischen drei in verschiedenen Wirkungslinien wirkenden Kräften. Kräfte-dreieck . . . . .	16
5. Parallelogramm der Kräfte . . . . .	17
6. Gleichgewicht zwischen beliebigen in einer Ebene wirkenden Kräften mit gemeinsamem Angriffspunkte . . . . .	18
7. Hebel. Statisches Moment . . . . .	19
8. Momentensatz . . . . .	23
9. Zerlegung einer Kraft in zwei parallele Seitenkräfte. Ermittlung der Stützdrücke . . . . .	24
10. Gleichgewichtsbedingungen für Kräfte in einer Ebene . . . . .	25
11. Die verschiedenen Gleichgewichtszustände . . . . .	26
12. Mittelkraft beliebig vieler Parallelkräfte . . . . .	27
13. Schwerpunkt . . . . .	29
14. Guldinsche Regeln . . . . .	35
15. Stabilitätsmoment . . . . .	36
16. Reibung . . . . .	37
17. Schiefe Ebene. (Schraube und Keil) . . . . .	45
<b>III. Festigkeitslehre.</b>	
1. Zugfestigkeit . . . . .	54
2. Druckfestigkeit . . . . .	56

	Seite
3. Scherfestigkeit (Schubfestigkeit) . . . . .	58
4. Biegefestigkeit . . . . .	59
A. Ableitung der Biegeformel . . . . .	59
B. Trägheitsmomente und Widerstandsmomente . . . . .	62
C. Freitragler . . . . .	69
a) Freitragler mit Einzellast am Ende . . . . .	69
b) Freitragler mit gleichmäßig verteilter Belastung . . . . .	70
c) Träger gleicher Festigkeit . . . . .	71
D. Träger auf zwei Stützen . . . . .	73
a) Mit einer Einzellast . . . . .	73
b) Mit mehreren Einzellasten . . . . .	74
c) Mit gleichmäßig verteilter Last . . . . .	77
d) Gleichzeitige Biegung in verschiedenen Ebenen . . . . .	78
E. Elastische Linie. Durchbiegung. Blattfedern. . . . .	79
F. An beiden Seiten eingespannter Träger . . . . .	83
G. Fachwerksbalken. Berechnung nach Ritter. Kräfteplan von Cremona . . . . .	84
5. Drehungsfestigkeit . . . . .	87
A. Berechnung von Wellen für die Übertragung eines bestimmten Drehmomentes . . . . .	87
B. Berechnung von Wellen nach dem zulässigen Verdrehungswinkel . . . . .	90
C. Berechnung von Schraubenfedern . . . . .	91
6. Knickfestigkeit . . . . .	92
Zusammengesetzte Festigkeit.	
7. Druck (Zug) und Biegung . . . . .	93
8. Biegung und Drehung . . . . .	96
9. Träger mit gekrümmter Achse . . . . .	97
10. Biegebeanspruchung für Bremsbänder, Drahtseile usw. . . . .	102

#### IV. Dynamik.

1. Gewicht und Masse der Körper . . . . .	103
2. Dynamisches Grundgesetz . . . . .	104
3. Fall und Wurf . . . . .	105
4. Bewegung auf geneigter Bahn . . . . .	107
5. Mechanische Arbeit . . . . .	108
6. Leistung . . . . .	112
7. Lebendige Kraft . . . . .	114
a) Bei geradliniger Bewegung . . . . .	114
b) Bei Drehbewegung . . . . .	116
8. Massenträgheitsmomente . . . . .	117
9. Winkelbeschleunigung . . . . .	124
10. Wirkung der Schwungräder . . . . .	125
11. Erhaltung der Energie . . . . .	127
12. Zentralkraft. . . . .	128
13. Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte am Kurbelgetriebe . . . . .	130
14. Freie Achsen . . . . .	132
15. Massenausgleich nach Schlick . . . . .	132
16. Stoßgesetze . . . . .	136

## V. Hydraulik.

Seite

A. Statik der Flüssigkeiten . . . . .	159
1. Druckübertragung durch Flüssigkeiten . . . . .	140
Hydraulische Presse . . . . .	140
Steigerung der Wasserpressung (Multiplikator) . . . . .	141
2. Bodendruck und Seitendruck . . . . .	142
a) Bodendruck . . . . .	142
b) Seitendruck . . . . .	142
c) Druckmittelpunkt . . . . .	143
3. Auftrieb . . . . .	144
Das Schwimmen der Körper . . . . .	145
4. Saugwirkung . . . . .	145
5. Gestalt der Wasseroberfläche . . . . .	146
a) Ruhendes Wasser . . . . .	146
b) Wasser in einem beschleunigten Gefäße . . . . .	146
c) Wasser in einem gleichmäßig umlaufenden Gefäße . . . . .	147
B. Dynamik der Flüssigkeiten . . . . .	147
1. Wasserbewegung durch Leitungen . . . . .	147
2. Widerstandshöhe . . . . .	148
3. Ausflußgeschwindigkeit . . . . .	148
4. Ausflußquerschnitt. Zusammenziehung des austretenden Wasserstrahles. . . . .	149
Ausflußmenge . . . . .	149
5. Pressungsenergie des Wassers . . . . .	150
6. Hydraulischer Druck . . . . .	150
7. Reaktionsdruck . . . . .	154
8. Strahldruck . . . . .	156
Strahldruck gegen eine feste Wand . . . . .	156
Strahldruck gegen eine bewegliche Schaufel . . . . .	156