

# Aufgaben

aus der

# Technischen Mechanik.

Von

**Ferdinand Wittenbauer,**

o. ö. Professor an der Technischen Hochschule in Graz.

**III. Band.**

Flüssigkeiten und Gase.

Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage.

**634 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung.**

Mit 433 Textfiguren.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1921.

ISBN 978-3-662-27849-9

ISBN 978-3-662-29349-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-29349-2

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

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1921

Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1921

Softcover reprint of the hardcover 3rd edition 1921

## Vorwort zur dritten Auflage.

Mit vorliegendem dritten Bande ist das von mir geplante Aufgabenwerk abgeschlossen. Das neuerdings erwachte Interesse für die Gegenstände der technischen Hydromechanik läßt mich hoffen, daß auch dieser Band seine Freunde finden wird.

Mehr wie bisher wurden die Behelfe der Literatur zu Rate gezogen; insbesondere die Arbeiten von Ph. Forchheimer, H. Lorenz, F. Prášil und G. Zeuner waren mir von großem Nutzen.

Ich habe vornehmlich Wert darauf gelegt, Aufgaben zu wählen, die den Leser zu selbständiger Überlegung nötigen. Zur Ausführung wird die beigegebene Formelsammlung willkommen sein.

Die Aufgaben über Aeronautik (Ballon, Aeroplan und Schraubenzieger) dürften vielleicht besonderes Interesse erregen. Hier mußte ich mich allerdings beschränken, da ich keine Vorkenntnisse voraussetzen wollte.

Für das lebhafteste Interesse, mit dem bisher die drei Bände meiner Aufgabensammlung aufgenommen wurden und für die vielen mir zugekommenen Anregungen spreche ich an dieser Stelle meinen besten Dank aus. Ich bin mir wohl bewußt, Unvollkommenes geboten zu haben und werde für jede Richtigstellung sehr dankbar sein. Ich wäre glücklich, wenn es mir gelänge, das Vorurteil vieler Studierender zu überwinden, daß Wissen und Können identisch sind.

Graz, im Januar 1921.

**F. Wittenbauer.**

# Inhaltsverzeichnis.

\* Die mit diesem Zeichen versehenen Aufgaben erfordern die Kenntnis der Elemente der Differential- und Integral-Rechnung.

	Seite
<b>Aufgaben</b> . . . . .	1
<b>I. Hydrostatik.</b>	
1. Niveauflächen . . . . .	3
Aufgabe 1—11.	
2. Gepreßte Flüssigkeit . . . . .	4
Aufgabe 12—24.	
3. Druck in schwerer Flüssigkeit . . . . .	8
Aufgabe 25—40.	
4. Druck auf ebene Flächen . . . . .	12
Aufgabe 41—71.	
5. Druck auf krumme Flächen . . . . .	15
Aufgabe 72—86.	
6. Auftrieb und Schwimmen . . . . .	18
Aufgabe 87—124.	
<b>II. Hydraulik.</b>	
1. Ausflußgeschwindigkeit und Ausflußmenge . . . . .	25
Aufgabe 125—159.	
2. Strömungsdruck . . . . .	30
Aufgabe 160—176.	
3. Ausflußzeit . . . . .	34
Aufgabe 177—197.	
4. Schwingungen . . . . .	37
Aufgabe 198—210.	
5. Rohrleitungen . . . . .	41
Aufgabe 211—248.	
6. Kanäle und Flüsse . . . . .	49
Aufgabe 249—276.	
7. Wehre und Stau . . . . .	54
Aufgabe 277—300.	
8. Stoßdruck . . . . .	59
Aufgabe 301—325.	
9. Reaktion . . . . .	64
Aufgabe 326—338.	

Inhaltsverzeichnis.

V

	Seite
10. Energie . . . . .	67
Aufgabe 339—367.	
11. Grundwasser-Bewegung . . . . .	72
Aufgabe 368—375.	
12. Bewegung durch Rotationsräume . . . . .	74
Aufgabe 376—387	
<b>III. Gase.</b>	
1. Gasgesetze . . . . .	76
Aufgabe 388—403.	
2. Zustandsänderungen . . . . .	79
Aufgabe 404—439.	
3. Gleichgewicht mit Flüssigkeiten . . . . .	84
Aufgabe 440—469.	
4. Ausfluß und Bewegung in Leitungen . . . . .	90
Aufgabe 470—491.	
<b>IV. Aeronautik.</b>	
1. Ballon . . . . .	95
Aufgabe 492—518.	
2. Luftdruck auf Flächen . . . . .	98
Aufgabe 519—530.	
3. Aeroplane . . . . .	101
Aufgabe 531—569.	
4. Schraubenflieger mit ebenen Flügeln. . . . .	107
Aufgabe 570—595.	
5. Hubschrauben . . . . .	112
Aufgabe 596—604.	
6. Fahrtsschrauben . . . . .	113
Aufgabe 605—624.	
7. Fahrzeuge . . . . .	115
Aufgabe 625, 626.	
8. Modellversuche . . . . .	115
Aufgabe 627—634.	
<b>Lösungen</b> . . . . .	117
<b>Formelsammlung</b> . . . . .	373

## Bezeichnungen,

welche in diesem Buche verwendet wurden.

- A = Auftrieb.
- A =  $\frac{1}{424}$  WE, mechanisches Wärme-Äquivalent.
- Atm. = physikalische Atmosphäre (Druck von 1,0333 kg auf 1 cm<sup>2</sup>).
- B = Bewegungsgröße.
- B = Breite eines Kanalprofils.
- B = Wehrlänge.
- C = Zentrifugalkraft.
- C = Geschwindigkeitszahl bei Flüssen und Kanälen.
- D = hydrostatischer Druck auf eine ebene Fläche.
- D = Stoßdruck.
- E = Elastizitätszahl.
- E = Leistung.
- E<sub>1</sub> = kubische Elastizitätszahl einer Flüssigkeit.
- E<sub>a</sub> = absolute Leistung.
- E<sub>n</sub> = Nutzleistung.
- F = Querschnitt eines Rohres, Kanales, Flusses.
- F = gedrückte Fläche, Tragfläche des Aeroplans.
- F = Ausflußöffnung.
- F<sub>0</sub> = Oberfläche.
- G = Gewicht.
- H = Horizontaldruck einer krummen Fläche.
- H = Horizontalreaktion.
- H = Wehrhöhe.
- J = relatives Gefälle.
- J<sub>p</sub> = polares Trägheitsmoment einer Fläche.
- J<sub>x</sub> = Trägheitsmoment einer Fläche in bezug auf die Achse X.
- J<sub>xy</sub> = Zentrifugalmoment einer Fläche.
- K = Kosten einer Wasserleitung.
- K = Kolbenkraft.
- L = Ausdehnungsarbeit eines Gases.
- L = Bewegungsenergie.
- M = Masse.
- N = Anzahl der Pferdestärken.
- N = Normaldruck auf eine Fläche.
- P = Kraft.

- P = hydrostatischer Druck auf eine krumme Fläche.  
 PS = Pferdestärke.  
 Q = Ausfluß aus einer Öffnung in der Sekunde.  
 Q = Durchfluß eines Kanals oder Flusses in der Sekunde.  
 Q = Wärmemenge in Wärme-Einheiten.  
 R = Gaskonstante.  
 R = Reibung.  
 R = Profilsradius eines Kanals oder Flusses.  
 S = Steigkraft des Ballons.  
 S = Schwerpunkt.  
 T = Angriffspunkt des Auftriebes.  
 T = Entleerungszeit eines Gefäßes.  
 T = absolute Temperatur.  
 V = Vertikaldruck einer krummen Fläche.  
 V = Vertikalreaktion.  
 V = Rauminhalt.  
 W = Stirnwiderstand eines Ballons.  
 W' = Seitenwiderstand eines Ballons.  
 WE = Wärme-Einheit.  
 Z = hydraulische Überdruckhöhe (Piezometerstand).  
 at = technische Atmosphäre (Druck von 1 kg auf 1 cm<sup>2</sup>).  
 b = Breite eines Flusses.  
 b = Sohlenbreite eines Kanalprofils.  
 b = Beschleunigung.  
 c = Geschwindigkeit eines Aeroplans.  
 c<sub>p</sub> = spezifische Wärme bei konstanter Pressung.  
 c<sub>v</sub> = spezifische Wärme bei konstantem Rauminhalt.  
 d = Abstand des Schwerpunkts eines schwimmenden Körpers vom  
 Mittelpunkt der Verdrängung.  
 d = Durchmesser einer Rohrleitung.  
 e = Raumdehnung.  
 f = Reibungszahl.  
 f = sekundäre Widerstandsfläche eines Aeroplans.  
 g = Beschleunigung der Schwere.  
 h = absolutes Gefälle.  
 h = Steighöhe des Ballons.  
 i = Trägheitshalbmesser einer Fläche.  
 k = Geschwindigkeitshöhe.  
 k = Exponent der adiabatischen Zustandsänderung.  
 k = Bodendurchlässigkeit.  
 l = Länge einer Rohrleitung oder eines Flusses.  
 m = Verhältnis der Längsdehnung zur Quersammenziehung (Poisson-  
 sche Konstante).  
 m = metazentrische Höhe.  
 m = Exponent der polytropischen Zustandsänderung.  
 n =  $\frac{F}{F_0}$  = Verhältnis der Ausflußfläche zur Oberfläche.  
 p = Druck der Flüssigkeit oder des Gases auf die Flächeneinheit.  
 p<sub>0</sub> = Druck an der Oberfläche auf die Flächeneinheit.

- $q$  = Zufluß in der Sekunde.  
 $r$  = Halbmesser des Kreises.  
 $t$  = Zeit.  
 $t$  = Tiefe des fließenden Wassers.  
 $t$  = Tauchtiefe.  
 $t$  = Temperatur in Celsius.  
 $u$  = benetzter Umfang eines Kanals oder Flusses.  
 $u$  = veränderliche Geschwindigkeit in einer Flüssigkeit.  
 $u$  = Umfangsgeschwindigkeit des Luftpropellers.  
 $v$  = Ausflußgeschwindigkeit.  
 $v$  = mittlere Geschwindigkeit einer Rohrleitung oder eines Flusses.  
 $v$  = Rauminhalt von 1 kg Gas (spezifisches Volumen).  
 $w$  = absolute Geschwindigkeit des Wassers.  
 $w$  = Strömungsgeschwindigkeit in einer Gasleitung.  
 $w$  = Vortriebsgeschwindigkeit eines Luftpropellers.  
 $z$  = Tiefe eines Punktes unter der Wasseroberfläche.  
 $\mathfrak{B}$  = Verdrängung.  
 $v_1, v_2$  = Luftströmung vor und hinter der Schraube.  
 $w$  = Luftströmung durch die Schraube.  
 $\mathbf{A}$  = Formänderungsarbeit.  
 $\mathbf{M}$  = Moment einer Kraft.  
 $\mathbf{T}$  = Trägheitsmoment eines Körpers.  
 $\alpha$  = Einschnürungsverhältnis (Kontraktionszahl).  
 $\alpha$  = Neigung der Aeroplanfläche gegen die Geschwindigkeit der Bewegung.  
 $\gamma$  = Einheitsgewicht der Flüssigkeit oder des Gases.  
 $\gamma_1$  = Einheitsgewicht des schwimmenden Körpers.  
 $\varepsilon$  = Expansionsverhältnis.  
 $\lambda$  = Rohrreibungszahl.  
 $\mu$  = Dichte.  
 $\mu$  = Ausflußzahl.  
 $\rho$  = Krümmungshalbmesser.  
 $\rho$  = Abstand von der Drehungsachse.  
 $\rho$  = Reibungswinkel.  
 $\sigma$  = Spannung.  
 $\varphi$  = Geschwindigkeitszahl.  
 $\xi, \eta$  = Koordinaten des Druckmittelpunkts.  
 $\eta$  = Wirkungsgrad.  
 $\zeta$  = Widerstandszahl.  
 $\zeta$  = Beiwert des Luftwiderstandes eines Äroplans.  
 $\zeta_r$  = Widerstandszahl für Rohrreibung.  
 $\omega$  = Winkelgeschwindigkeit.