

---

# Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik

**Lehr- und Lernsystem  
Technische Mechanik**

**Technische Mechanik (Lehrbuch)**

A. Böge, W. Böge

**Aufgabensammlung Technische Mechanik**

A. Böge, G. Böge, W. Böge

**Lösungen zur Aufgabensammlung Technische Mechanik**

A. Böge, W. Böge

**Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik**

A. Böge, W. Böge

---

Alfred Böge · Wolfgang Böge

# Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik

26., überarbeitete Auflage

Unter Mitarbeit von Gert Böge

 Springer Vieweg

Alfred Böge  
Braunschweig, Deutschland

Wolfgang Böge  
Wolfenbüttel, Deutschland

ISBN 978-3-658-25806-1

ISBN 978-3-658-25807-8 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-25807-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 1960, 1963, 1966, 1968, 1970, 1974, 1976, 1979, 1980, 1981, 1983, 1984, 1986, 1991, 1992, 1995, 1999, 2000, 2002, 2006, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Verantwortlich im Verlag: Thomas Zipsner

Abbildungen: Graphik & Textstudio Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

# Vorwort zur 26. Auflage Formelsammlung

Dieses Buch ist Teil des vierbändigen Lehr- und Lernsystems Technische Mechanik von *Alfred und Wolfgang Böge*. Es enthält die physikalischen, mathematischen und technischen Daten (Tabellen, Formeln, Diagramme) zum Lösen der Aufgaben aus der Aufgabensammlung Technische Mechanik.

Die vier Bücher haben sich für Studierende an Fachschulen Technik bestens bewährt, aber auch an Fachgymnasien Technik, Fachoberschulen, Beruflichen Oberschulen, Bundeswehrfachschulen und an den Höheren Technischen Lehranstalten in Österreich werden sie erfolgreich eingesetzt.

Die nun vorliegende 26. Auflage der Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik steht ganz im Zeichen einer Feinabstimmung, das heißt vieler Ergänzungen bestehender Formeln und Tabellen:

- Im Kapitel 1.10 – Schwerpunktbestimmung – wurden die Formeln für die Schwerpunktabstände für zusammengesetzte Flächen und Linienzüge eingefügt.
- Das Kapitel 1.11 – Flächenschwerpunkt – wurde um die Formeln der Flächeninhalte erweitert.
- Im Kapitel 1.22 – Bremsen – wurden die Selbsthemmungsbedingungen für einige Bremsenbauarten ergänzt.
- Im Kapitel 2.21 – Energie bei Translation – wurden die Formeln durch zugehörige Einheitenraster ergänzt.
- Im Kapitel 4.1 – Zug- und Druckbeanspruchung – wurde die Druckbeanspruchung explizit aufgenommen und eine Tabelle der Längenausdehnungskoeffizienten ausgewählter Werkstoffe eingefügt.
- Im Kapitel 7 – Mathematische Hilfen – wurden die Binomischen Formeln erweitert.
- Das Glossar wurde überarbeitet und gestrafft.

Die zahlreichen Anregungen, konstruktiven Verbesserungsvorschläge und kritischen Hinweise von Lehrern und Studierenden wurden berücksichtigt und verarbeitet.

Alle vier Bücher des Lehr- und Lernsystems Technische Mechanik sind inhaltlich aufeinander abgestimmt.

Die aktuellen Auflagen sind:

Lehrbuch	33. Auflage
Aufgabensammlung	24. Auflage
Lösungen	19. Auflage
Formeln und Tabellen	26. Auflage

Bedanken möchte ich mich beim Lektorat Maschinenbau des Verlags Springer Vieweg, insbesondere bei Frau Imke Zander und Herrn Dipl.-Ing. Thomas Zipsner für ihre engagierte und immer förderliche Zusammenarbeit bei der Realisierung der 26. Auflage der Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik.

Für Zuschriften steht die E-Mail-Adresse [w\\_boege@t-online.de](mailto:w_boege@t-online.de) zur Verfügung.

Wolfenbüttel, April 2019

*Wolfgang Böge*

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Statik

1.1	Zentrales Kräftesystem .....	1
1.2	Momentensatz, rechnerisch .....	2
1.3	Momentensatz, zeichnerisch .....	3
1.4	Drei-Kräfte-Verfahren, zeichnerisch .....	3
1.5	Vier-Kräfte-Verfahren, zeichnerisch .....	4
1.6	Schlusslinienverfahren.....	4
1.7	Rechnerische Gleichgewichtsbedingungen .....	5
1.8	Knotenschnittverfahren .....	5
1.9	Ritter'sches Schnittverfahren.....	6
1.10	Schwerpunktsbestimmung.....	6
1.11	Flächenschwerpunkt .....	7
1.12	Linienschwerpunkt .....	8
1.13	Guldin'sche Regel .....	9
1.14	Reibung, allgemein.....	10
1.15	Reibung auf der schiefen Ebene .....	11
1.16	Zylinderführung.....	13
1.17	Prismenführung .....	13
1.18	Reibung an der Schraube .....	14
1.19	Seilreibung.....	15
1.20	Reibung am Tragzapfen (Querlager) .....	15
1.21	Reibung am Spurzapfen (Längslager) .....	15
1.22	Bremsen.....	15
1.23	Rollreibung.....	17
1.24	Fahrwiderstand .....	18
1.25	Feste Rolle .....	18
1.26	Lose Rolle.....	18
1.27	Rollenzug (Flaschenzug) .....	18

## 2 Dynamik

2.1	Gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung.....	19
2.2	Gleichmäßig verzögerte geradlinige Bewegung .....	19
2.3	Gleichförmige Drehbewegung.....	20
2.4	Gleichmäßig beschleunigte Drehbewegung .....	20
2.5	Gleichmäßig verzögerte Drehbewegung .....	20
2.6	Waagerechter Wurf (ohne Luftwiderstand).....	21
2.7	Schräger Wurf .....	21
2.8	Umfangs- und Winkelgeschwindigkeit .....	22
2.9	Übersetzung (Übersetzungsverhältnis).....	23
2.10	Kreuzschubkurbelgetriebe (Kreuzschleife) .....	23
2.11	Schubkurbelgetriebe .....	24
2.12	Dynamisches Grundgesetz für Translation.....	24
2.13	Dichte .....	25
2.14	Gewichtskraft .....	25

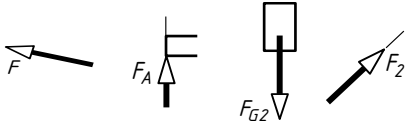
2.15	Impuls .....	25
2.16	Mechanische Arbeit und Leistung bei Translation .....	25
2.17	Wirkungsgrad .....	26
2.18	Dynamisches Grundgesetz für Rotation .....	26
2.19	Gleichungen für Trägheitsmomente (Massenmomente 2. Grades).....	27
2.20	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad bei Rotation.....	28
2.21	Energie bei Translation.....	28
2.22	Gerader zentrischer Stoß .....	29
2.23	Energie bei Rotation.....	30
2.24	Zentripetalbeschleunigung und Zentripetalkraft.....	30
2.25	Gegenüberstellung der translatorischen und rotatorischen Größen .....	31
2.26	Harmonische Schwingung .....	31
2.27	Pendelgleichungen.....	33
2.28	Harmonische Welle .....	34
<b>3</b>	<b>Fluidmechanik</b>	
3.1	Statik der Flüssigkeiten .....	35
3.2	Strömungsgleichungen .....	37
3.3	Ausflussgleichungen.....	39
3.4	Strömungen in Rohrleitungen.....	41
<b>4</b>	<b>Festigkeitslehre</b>	
4.1	Zug- und Druckbeanspruchung .....	42
4.2	Abscherbeanspruchung.....	44
4.3	Flächenpressung .....	45
4.4	Flächenmoment 2. Grades zusammengesetzter Flächen.....	47
4.5	Verdrehbeanspruchung (Torsion).....	48
4.6	Biegebeanspruchung.....	48
4.7	Knickbeanspruchung .....	49
4.8	Knickung im Stahlbau (DIN EN 1993-1-1).....	50
4.9	Zusammengesetzte Beanspruchung.....	53
4.10	Kerbspannung.....	54
4.11	Dauerbruchsicherheit im Maschinenbau .....	54
4.12	Stützkräfte, Biegemomente und Durchbiegungen bei Biegeträgern mit gleichbleibendem Querschnitt .....	55
4.13	Axiale Flächenmomente 2. Grades, Widerstandsmomente für Biegung und Knickung .....	58
4.14	Polare Flächenmomente 2. Grades, Widerstandsmomente für Torsion.....	60
4.15	Träger gleicher Biegebeanspruchung .....	62
4.16	Festigkeitswerte für Walzstahl (Bau- und Feinkornbaustahl).....	63
4.17	Festigkeitswerte in N/mm <sup>2</sup> für ausgewählte Stahlsorten .....	64
4.18	Festigkeitswerte in N/mm <sup>2</sup> für ausgewählte Gusseisen-Sorten .....	64
4.19	Richtwerte für Kerbwirkungszahlen/Kerbformzahlen.....	64
4.20	Oberflächenbeiwert und Größenbeiwert für Kreisquerschnitte .....	66
4.21	Stahlbezeichnungen .....	66
4.22	Zulässige Spannungen im Stahlhochbau .....	67
4.23	Zulässige Spannungen im Kranbau .....	67
4.24	Warmgewalzter gleichschenkliger rundkantiger Winkelstahl.....	68
4.25	Warmgewalzter ungleichschenkliger rundkantiger Winkelstahl .....	69



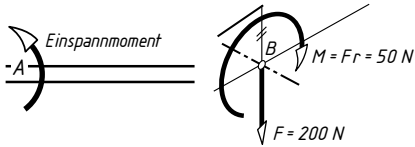
---

4.26	Warmgewalzte schmale I-Träger.....	70
4.27	Warmgewalzte T-Träger.....	71
4.28	Warmgewalzte I-Träger, IPE-Reihe .....	72
4.29	Mechanische Eigenschaften von Schrauben.....	72
4.30	Warmgewalzter rundkantiger U-Stahl.....	73
4.31	Niete und zugehörige Schrauben für Stahl- und Kesselbau.....	73
<b>5</b>	<b>Gewindetabellen</b>	
5.1	Metrisches ISO-Gewinde.....	74
5.2	Metrisches ISO-Trapezgewinde .....	75
<b>6</b>	<b>Allgemeine Tabellen</b>	
6.1	Vorsatzzeichen zur Bildung von dezimalen Vielfachen und Teilen von Basiseinheiten oder abgeleiteten Einheiten mit selbstständigem Namen .....	76
6.2	Normzahlen (DIN 323).....	76
6.3	Umrechnungsbeziehungen für gesetzliche Einheiten .....	77
6.4	Griechisches Alphabet.....	79
<b>7</b>	<b>Mathematische Hilfen</b> .....	80
<b>Glossar</b>	.....	87
<b>Sachwortverzeichnis</b>	.....	99

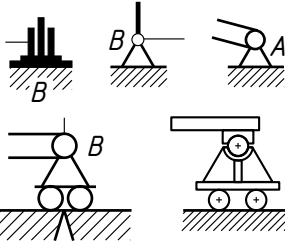
# Wichtige Symbole



Kraft  $F$ , festgelegt durch Betrag, Wirklinie und Richtungssinn in N, kN, MN, z. B.  $F_A, F_2, F_{G2}$  (Gewichtskraft)

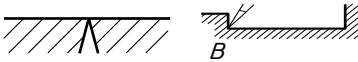


Drehmoment  $M$  in Nm, kNm. Grundsätzlich werden linksdrehende Drehmomente positiv, rechtsdrehende Momente negativ in z. B. Gleichgewichtsbedingungen aufgenommen.



Zweiwertiges Lager (Festlager) nimmt eine beliebig gerichtete Kraft auf. Die Wirklinie und der Betrag der Kraft sind unbekannt.

Einwertiges Lager (Loslager) nimmt nur eine rechtwinklig zur Stützfläche gerichtete Kraft auf. Die Wirklinie der Kraft ist bekannt, der Betrag ist unbekannt.



Feste Unterlage oder Stützfläche (Ebene) zur Aufnahme zum Beispiel von Los- und Festlagern oder Körpern – nicht verschieb- oder verdrehbar.

A, B, C, ...

Bezeichnung von Lagern (Fest- und Loslagern) und Körpern

S

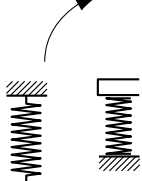
Schwerpunkt von Linien, Flächen und Körpern

$m_1, m_2, \dots$

Masse von Körpern in kg, t

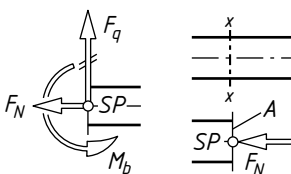
$n$

Drehrichtung, zum Beispiel einer Welle



Zugfeder Druckfeder

Zug- bzw. Druckfeder



Gedachte Schnittstellen in einem Körper – zeigt innere Kräfte- und Momentensysteme

SP Schnittflächenschwerpunkt