
Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 3



Dietmar Gross

studierte Angewandte Mechanik und promovierte an der Universität Rostock. Er habilitierte an der Universität Stuttgart und ist seit 1976 Professor für Mechanik an der TU Darmstadt. Seine Arbeitsgebiete sind unter anderem die Festkörper- und Strukturmechanik sowie die Bruchmechanik. Hierbei ist er auch mit der Modellierung mikromechanischer Prozesse befasst. Er ist Mitherausgeber mehrerer internationaler Fachzeitschriften sowie Autor zahlreicher Lehr- und Fachbücher.



Wolfgang Ehlers

studierte Bauingenieurwesen an der Universität Hannover, promovierte und habilitierte an der Universität Essen und war 1991 bis 1995 Professor für Mechanik an der TU Darmstadt. Seit 1995 ist er Professor für Technische Mechanik an der Universität Stuttgart. Seine Arbeitsgebiete umfassen die Kontinuumsmechanik, die Materialtheorie, die Experimentelle und die Numerische Mechanik. Dabei ist er insbesondere an der Modellierung mehrphasiger Materialien bei Anwendungen im Bereich der Geomechanik und der Biomechanik interessiert.



Peter Wriggers

studierte Bauingenieur- und Vermessungswesen, promovierte 1980 an der Universität Hannover und habilitierte 1986 im Fach Mechanik. Er war Gastprofessor an der UC Berkeley, USA und Professor für Mechanik an der TH Darmstadt. Ab 1998 war er Professor für Baumechanik und Numerische Mechanik an der Universität Hannover, und er ist seit 2008 Professor für Kontinuumsmechanik in der dortigen Fakultät für Maschinenbau. Er ist Herausgeber der Zeitschrift "Computational Mechanics" und Mitherausgeber mehrerer internationaler Zeitschriften sowie Autor von Lehr- und Fachbüchern.



Jörg Schröder

studierte Bauingenieurwesen, promovierte an der Universität Hannover und habilitierte an der Universität Stuttgart. Nach einer Professur für Mechanik an der TU Darmstadt ist er seit 2001 Professor für Mechanik an der Universität Duisburg-Essen. Seine Arbeitsgebiete sind unter anderem die theoretische und die computerorientierte Kontinuumsmechanik sowie die phänomenologische Materialtheorie mit Schwerpunkten auf der Formulierung anisotroper Materialgleichungen und der Weiterentwicklung der Finite-Elemente-Methode.



Ralf Müller

studierte Maschinenbau und Mechanik an der TU Darmstadt und promovierte dort 2001. Nach einer Juniorprofessur mit Habilitation im Jahr 2005 an der TU Darmstadt leitet er seit 2009 den Lehrstuhl für Technische Mechanik im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Seine Arbeitsgebiete sind unter anderem mehrskalige Materialmodellierung, gekoppelte Mehrfeldprobleme, Defekt- und Mikromechanik. Er beschäftigt sich im Rahmen numerischer Verfahren mit Randelemente- und Finite-Elemente-Methoden.

Dietmar Gross • Wolfgang Ehlers
Peter Wriggers • Jörg Schröder
Ralf Müller

Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 3

Kinetik, Hydrodynamik

12., überarbeitete und ergänzte Auflage

 Springer Vieweg

Dietmar Gross
Technische Universität Darmstadt
Darmstadt, Deutschland

Wolfgang Ehlers
Universität Stuttgart
Stuttgart, Deutschland

Peter Wriggers
Universität Hannover
Hannover, Deutschland

Jörg Schröder
Universität Duisburg-Essen
Essen, Deutschland

Ralf Müller
Technische Universität Kaiserslautern
Kaiserslautern, Deutschland

ISBN 978-3-662-59680-7 ISBN 978-3-662-59681-4 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-59681-4>

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-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 1996, 1998, 2003, 2005, 2006, 2008, 2011, 2012, 2015, 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.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Dieser dritte Band schließt die Reihe der Aufgaben zum Grundkurs in Technischer Mechanik ab.

Erfahrungsgemäß bereitet die Kinetik den Studenten besondere Schwierigkeiten, da neben den Kraftbegriff nun zusätzliche kinematische Größen treten, die untereinander und mit den Kraftgrößen richtig verknüpft werden müssen. Wir haben uns daher bemüht, durch zahlreiche rein kinematische Aufgaben Verständnis für die bei einer Bewegung maßgebenden geometrischen Größen und ihre Beschreibung in verschiedenen Koordinatensystemen zu wecken. Ebenso kann man nur durch Übung, d.h. durch selbständiges Bearbeiten von Aufgaben, Erfahrungen darüber sammeln, welche der kinetischen Grundgleichungen bei welcher Aufgabe am einfachsten zum Ziel führt. Häufig gibt es mehrere Lösungswege, und wir haben diese auch oft nebeneinandergestellt, damit der Leser selbst Vor- und Nachteile erkennen kann.

Die Aufgaben werden - wie auch schon im ersten und zweiten Band - weitgehend formelmäßig gelöst, da das Aufstellen der Grundgleichungen und deren allgemeine Lösung zunächst wichtiger als reine Zahlenrechnungen sind.

Für das Studium aller drei Bände möchten wir die Studierenden nochmals ermuntern, sich an den Aufgaben zunächst selbst zu versuchen und dabei unter Umständen auch andere Lösungswege einzuschlagen. Eine Aufgabensammlung ist nur ein Hilfsmittel beim Studium der Mechanik. Um zu einem tieferen Verständnis, insbesondere über die Herkunft und Anwendung der verschiedenen Sätze und Formeln zu gelangen, muss der Studierende auch Lehrbücher zur Hand nehmen. Unser Literaturverzeichnis nennt einige Titel.

Die Aufgabensammlung geht zu einem guten Anteil auf unseren verstorbenen Kollegen Prof. Dr. Dr. h.c. Walter Schnell zurück, der auch bis zur 5. Auflage Mitautor war. Seit der 10. Auflage gehören die Professoren J. Schröder und R. Müller zum Autorenteam. Die vorliegende Neuauflage enthält neben einer Vielzahl von Verbesserungen eine Reihe von weiteren Aufgaben.

Wir danken dem Springer-Verlag, in dem auch unsere Lehrbücher zur Technischen Mechanik erschienen sind, für die gute Zusammenarbeit und die ansprechende Ausstattung des Buches. Wir wünschen auch dieser Auflage eine freundliche Aufnahme bei der interessierten Leserschaft.

Darmstadt, Stuttgart, Hannover,
Essen und Kaiserslautern, im Sommer 2019

*D. Gross
W. Ehlers
P. Wriggers
J. Schröder
R. Müller*

Inhaltsverzeichnis

	Literaturhinweise, Bezeichnungen	IX
1	Kinematik des Punktes	1
2	Kinetik des Massenpunktes	29
3	Bewegung des Massenpunktsystems	59
4	Kinematik des starren Körpers	77
5	Kinetik des starren Körpers	99
6	Stoßvorgänge	149
7	Schwingungen.....	171
8	Relativbewegung	199
9	Prinzipien der Mechanik	217
10	Hydrodynamik.....	237

Literaturhinweise

Lehrbücher

- Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W., Technische Mechanik, Band 3: Kinetik, 14. Auflage. Springer-Verlag, Berlin 2019
- Gross, D., Hauger, W., Wriggers, P., Technische Mechanik, Band 4: Hydromechanik, 10. Auflage. Springer-Verlag, Berlin 2018
- Balke, H., Einführung in die Technische Mechanik, Kinetik, 3. Auflage. Springer-Verlag, Berlin 2011
- Hagedorn, P., Technische Mechanik, Band 3: Dynamik, 5. Auflage. Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 2016
- Mahnken, R., Lehrbuch der Technischen Mechanik, Dynamik, 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin 2011
- Hibbeler, R.C., Technische Mechanik 3: Dynamik, 12. Auflage. Pearson-Studium 2012
- Richard, H.A., Sander, M., Technische Mechanik, Dynamik, 3. Auflage. Springer, Berlin 2014
- Magnus, K., Müller-Slany, H.H., Grundlagen der Technischen Mechanik, 7. Auflage. Springer-Vieweg, 2005
- Wriggers, P., Nackenhorst, U. u.a., Technische Mechanik kompakt, 2. Auflage. Teubner, Stuttgart 2006

Aufgabensammlungen

- Bruhns, O. T., Aufgabensammlung Technische Mechanik 3, Vieweg + Teubner, Braunschweig 1999
- Dankert, H., Dankert, J., Technische Mechanik, 7. Auflage. Vieweg + Teubner, Stuttgart 2013
- Hauger, W., Kremaszky, C., Wall, W., Werner, E., Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3, 9. Auflage.. Springer-Verlag, Berlin 2017
- Hagedorn, P., Aufgabensammlung Technische Mechanik, 2. Auflage. Teubner, Stuttgart 1992

Bezeichnungen

Bei den Lösungen der Aufgaben wurden folgende Symbole verwendet:

- ↑: Abkürzung für *Bewegungsgesetz (Kräftegesetz, Impulssatz) in Pfeilrichtung.*
- $\overset{\curvearrowright}{A}$: Abkürzung für *Momentensatz (Drallsatz) bezüglich des Punktes A mit vorgegebener Drehrichtung.*
- \rightsquigarrow : Abkürzung für *hieraus folgt.*