



Prof. Dr.-Ing. 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 anderen 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.



Prof. Dr.-Ing. 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.



Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers

studierte Bauingenieur- und Vermessungswesen, promovierte 1980 an der Universität Hannover und habilitierte 1986 im Fach Mechanik. Er war Professor für Mechanik an der TU Darmstadt und ist seit 1998 Professor für Baumechanik und Numerische Mechanik sowie Direktor des Zentrums für Computational Engineering Sciences an der Universität Hannover. Seine Arbeitsgebiete umfassen die Kontinuumsmechanik sowie die Numerische Mechanik. Er ist Mitherausgeber von 11 internationalen Journals und Editor-in-Chief der Zeitschrift Computational Mechanics.

D. Gross · W. Ehlers · P. Wriggers

Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 3

Kinetik, Hydrodynamik

7., aktualisierte Auflage

Mit 344 Abbildungen

 Springer

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Gross
Institut für Mechanik
Technische Universität Darmstadt
Hochschulstraße 1
64289 Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers
Universität Hannover
Institut für Baumechanik
und Numerische Mechanik
Appelstraße 9 a
30167 Hannover

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ehlers
Universität Stuttgart
Institut für Mechanik (Bauwesen)
Pfaffenwaldring 7
70569 Stuttgart

ISBN 3-540-24025-X 7. Aufl. **Springer Verlag Berlin Heidelberg New York**

ISBN 3-540-43851-3 6. Aufl. **Springer Verlag Berlin Heidelberg New York**

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996, 1999, 2003 and 2005
Printed in Italy

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Satz: Digitale Druckvorlagen der Autoren
Herstellung: PTP-Berlin Protago-TeX-Production GmbH, Germany
Umschlag: design & production GmbH, Heidelberg
Gedruckt auf säurefreiem Papier 07/3141/Yu - 5 4 3 2 1 0 -

Vorwort zur 7. Auflage

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. Bewusst haben wir auf eine frühe Verwendung von „Scheinkräften“ verzichtet, da unzureichende Kenntnisse der Studierenden über „Trägheitskräfte“ meist mehr zur Verwirrung als zum Verständnis beitragen.

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 bedeutenden Anteil auf unseren verstorbenen Kollegen Prof. Dr. Dr. h.c. Walter Schnell zurück, der auch bis zur 5. Auflage Mitautor war. Seine didaktische Handschrift ist an der vorliegenden 7. Auflage trotz der vollständigen Überarbeitung und der Erweiterung um viele Aufgaben immer noch deutlich zu erkennen.

Dem Springer-Verlag danken wir für das Eingehen auf unsere Wünsche und die ansprechende Ausstattung des Buches. Wir wünschen ihm wieder eine freundliche Aufnahme bei der Leserschaft und sind für kritische Anmerkungen und Anregungen dankbar.

Darmstadt, Stuttgart und Hannover, im Januar 2005

D. Gross

W. Ehlers

P. Wriggers

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Literaturhinweise - Bezeichnungen | 8 |
| 1. Kinematik des Punktes | 9 |
| 2. Kinetik des Massenpunktes | 35 |
| 3. Bewegung eines Systems von Massenpunkten | 61 |
| 4. Kinematik des starren Körpers | 71 |
| 5. Kinetik des starren Körpers | 87 |
| 6. Stoßvorgänge | 131 |
| 7. Schwingungen | 147 |
| 8. Relativbewegung | 167 |
| 9. Prinzipien der Mechanik | 179 |
| 10. Hydrodynamik | 191 |

Literaturhinweise

Lehrbücher

- Gross, D., Hauger, W., Schnell, W., Schröder, J. Technische Mechanik, Band 3: Kinetik, 8. Auflage. Springer, Berlin 2004
- Hagedorn, P., Technische Mechanik, Band 3: Dynamik, 2. Auflage. Deutscher, Frankfurt am Main 2003
- Bruhns, O., Elemente der Mechanik III, Kinetik. Shaker, Aachen 2004
- Brommundt, E., Sachs, G., Technische Mechanik, Eine Einführung, 3. Auflage. Oldenbourg, München 1998
- Hahn, H. G., Technische Mechanik fester Körper, 2. Auflage. Hanser, München 1992
- Magnus, K., Müller, H. H., Grundlagen der Technischen Mechanik, 6. Auflage. Teubner-Verlag 1990
- Riley, W. F., Sturges L. D., Engineering Mechanics: Dynamics, 2nd Edition. Wiley, Chichester 1996

Aufgabensammlungen

- Bruhns, O., Aufgabensammlung Technische Mechanik 3: Kinetik für Bauingenieure und Maschinenbauer, 1. Auflage. Vieweg, Braunschweig 1999
- Hauger, W., Lippmann, H., Mannl, V., Werner, E., Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3: Statik, Elastostatik, Kinetik, 4. Auflage. Springer, Berlin 2004
- Hahn, H. G., Barth, F. J., Fritzen, C. P., Aufgaben zur Technischen Mechanik, Hanser, München 1995
- Lugner, P., Desoyer, K., Novak, A., Technische Mechanik, Aufgaben und Lösungen, 4. Auflage. Springer, Wien 1992
- Dankert, H., Dankert, J., Technische Mechanik, computerunterstützt, 3. Auflage. Teubner, Stuttgart 2004

Bezeichnungen

Bei den Lösungen der Aufgaben werden folgende Symbole verwendet:

\uparrow : Abkürzung für *Kräftesatz (Impulssatz) in Pfeilrichtung*.

$\overset{\curvearrowright}{A}$: Abkürzung für *Momentensatz (Drallsatz) bezüglich des Punktes A (mit vorgegebener Drehrichtung)*.

\rightsquigarrow Abkürzung für *hieraus folgt*.