



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 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.



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 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. Seit 2008 steht er der German Association for Computational Mechanics (GACM) als Präsident vor und ist seit 2010 Vizepräsident der IACM.



Prof. Dr.-Ing. 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.



Prof. Dr.-Ing. 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 1

Statik

10. Auflage

 Springer

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Gross
Technische Universität Darmstadt
Festkörpermechanik
Hochschulstr. 1
64289 Darmstadt
Deutschland
gross@mechanik.tu-darmstadt.de

Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder
Universität Duisburg-Essen
Institut für Mechanik
Universitätsstr. 15
45141 Essen
Deutschland
j.schroeder@uni-due.de

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ehlers
Universität Stuttgart
Institut für Mechanik
Lehrstuhl II
Pfaffenwaldring 7
70569 Stuttgart
Deutschland
ehlers@mechbau.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
TU Kaiserslautern
Lehrstuhl für Technische Mechanik
Gottlieb-Daimler-Straße
67663 Kaiserslautern
Deutschland
ram@rhrk.uni-kl.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers
Leibniz Universität Hannover
Institut für Kontinuumsmechanik
Appelstraße 11
30167 Hannover
Deutschland
wriggers@ikm.uni-hannover.de

ISSN 0937-7433

ISBN 978-3-642-13027-4

e-ISBN 978-3-642-13028-1

DOI 10.1007/978-3-642-13028-1

Springer Heidelberg Dordrecht London New York

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

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996, 1998, 2003, 2005, 2006, 2008, 2011

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.

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 dürften.

Einbandentwurf: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Vorwort

Diese Aufgabensammlung soll dem Wunsch der Studenten nach Hilfsmitteln zur Erleichterung des Studiums und zur Vorbereitung auf die Prüfung Rechnung tragen.

Entsprechend den meist üblichen dreisemestrigen Grundkursen in Technischer Mechanik an Universitäten und Hochschulen besteht die Sammlung aus drei Bänden. Der erste Band (Statik) umfasst das Stoffgebiet des ersten Semesters. Dabei haben wir bei allen Aufgaben das Finden des Lösungswegs und die Aufstellung der Grundgleichungen der numerischen Ausrechnung übergeordnet.

Erfahrungsgemäß bereitet die Technische Mechanik gerade dem Anfänger oft große Schwierigkeiten. In diesem Fach soll er exemplarisch lernen, ein technisches Problem auf ein mathematisches Modell abzubilden, dieses mit mathematischen Methoden zu analysieren und das Ergebnis in Hinblick auf die ingenieurwissenschaftliche Anwendung auszuwerten. Der Weg zu diesem Ziel kann erfahrungsgemäß nur über die selbständige Bearbeitung von Aufgaben führen. Wir warnen deshalb dringend vor der Illusion, dass ein reines Nachlesen der Lösungen zum Verständnis der Mechanik führt. Sinnvoll wird diese Sammlung nur dann genutzt, wenn der Studierende zunächst eine Aufgabe allein zu lösen versucht und nur beim Scheitern auf den angegebenen Lösungsweg schaut.

Selbstverständlich kann diese Sammlung kein Lehrbuch ersetzen. Wem die Begründung einer Formel oder eines Verfahrens nicht geläufig ist, der muss auf sein Vorlesungsmanuskript oder auf die vielfältig angebotene Literatur zurückgreifen. Eine kleine Auswahl ist auf Seite IX angegeben.

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. Mit der vorliegenden 10. Auflage sind die Professoren Schröder und Müller zum Autorenteam gestoßen. Sie haben mit dazu beigetragen, die Sammlung vollständig zu überarbeiten und zu ergänzen.

Wir danken dem Springer-Verlag, in dem auch die teilweise von uns mitverfassten Lehrbücher zur Technischen Mechanik erschienen sind, für die gute Zusammenarbeit und die ansprechende Ausstattung des Buchs. Auch dieser Auflage wünschen wir eine freundliche Aufnahme bei der interessierten Leserschaft.

Darmstadt, Hannover, Stuttgart,
Essen und Kaiserslautern, im Januar 2011

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

Inhaltsverzeichnis

	Literaturhinweise, Bezeichnungen	IX
1	Gleichgewicht	1
2	Schwerpunkt	31
3	Lagerreaktionen	47
4	Fachwerke	67
5	Balken, Rahmen, Bogen	99
6	Seile	159
7	Der Arbeitsbegriff in der Statik	171
8	Haftung und Reibung	195
9	Flächenträgheitsmomente	219

Literaturhinweise

Lehrbücher

- Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W. Technische Mechanik, Band 1: Statik, 11. Auflage. Springer-Verlag, Berlin 2011
- Hagedorn, P., Technische Mechanik, Band 1: Statik, 5. Auflage. Harri Deutsch, Frankfurt 2008
- Balke, H., Einführung in die Technische Mechanik, Statik, Springer-Verlag, Berlin 2010
- Müller, W. H., Ferber, F., Technische Mechanik für Ingenieure, Hanser Fachbuch, Leipzig 2008
- Richard, H. A., Sander, M., Technische Mechanik, Statik, Vieweg & Teubner, Wiesbaden 2010
- Hibbeler, R.C., Technische Mechanik 1, Statik, Pearson Studium 2005
- Magnus, K., Müller, H. H., Grundlagen der Technischen Mechanik, Teubner, Stuttgart 2005
- Wriggers, P., Nackenhorst, U., et al., Technische Mechanik kompakt, Teubner, Wiesbaden 2006
- Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, Rajapakse, N., Engineering Mechanics 1, Statics, Springer-Verlag, Berlin 2009
- Hibbeler, R. C., Engineering Mechanics, Statics, Prentice Hall, 2006

Aufgabensammlungen

- Hauger, W., Mannl, V., Wall, W. Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3. Springer-Verlag, Berlin 2008
- Müller, W. H., Ferber, F., Übungsaufgaben zur Technische Mechanik, Hanser Fachbuch, Leipzig 2009
- Hagedorn, P., Aufgabensammlung Technische Mechanik, 2. Auflage. Teubner, Stuttgart 1992
- Dankert, H., Dankert, J., Technische Mechanik, 4. Auflage. Teubner, Stuttgart 2006

Bezeichnungen

Bei den Lösungen der Aufgaben wurden folgende Symbole verwendet:

\uparrow : Abkürzung für *Summe aller Kräfte in Pfeilrichtung gleich Null*.

\widehat{A} : Abkürzung für *Summe aller Momente um den Bezugspunkt A (mit vorgegebener Drehrichtung) gleich Null*.

\rightsquigarrow Abkürzung für *hieraus folgt*.