



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 mikro-mechanischer 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.

Dietmar Gross · Wolfgang Ehlers · Peter Wriggers

Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 1

Statik

8. Auflage

Mit 457 Abbildungen

 Springer

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

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

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

Ursprünglich erschienen unter Gross, D.; Schnell, W.; Ehlers, W.; Wriggers, P.
Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 1.

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

ISBN-10 3-540-34051-3 8. Aufl. Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-13 978-3-540-34051-5 8. Aufl. Springer Berlin Heidelberg New York

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, 1998, 2003, 2005 und 2006

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.

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 hinzuziehen.

Satz: Digitale Druckvorlage der Autoren
Herstellung: LE- \TeX Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig
Umschlaggestaltung: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier SPIN: 11735267 7/3100/YL - 5 4 3 2 1 0

Vorwort zur 8. Auflage

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. Auf grafische Verfahren haben wir trotz ihres didaktischen Werts weitestgehend verzichtet und ihren Anteil gegenüber früheren Auflagen noch weiter reduziert. Sie haben im Zeitalter moderner Computer keine praktische Bedeutung mehr.

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 8 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. Seine didaktische Handschrift ist an der nun vorliegenden 8. Auflage trotz der Überarbeitung und der vielfältigen Ergänzungen immer noch deutlich zu erkennen.

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.

Stuttgart, Darmstadt und Hannover, im August 2006

W. Ehlers

D. Gross

P. Wriggers

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Literaturhinweise - Bezeichnungen | 8 |
| 1. Gleichgewicht | 9 |
| 2. Schwerpunkt | 35 |
| 3. Lagerreaktionen | 47 |
| 4. Fachwerke | 65 |
| 5. Balken, Rahmen, Bogen | 95 |
| 6. Seile | 153 |
| 7. Der Arbeitsbegriff in der Statik | 163 |
| 8. Haftung und Reibung | 185 |
| 9. Flächenträgheitsmomente | 207 |

Literaturhinweise

Lehrbücher

- Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W. Technische Mechanik, Band 1: Statik, 9. Auflage. Springer-Verlag, Berlin 2006
- Hagedorn, P., Technische Mechanik, Band 1: Statik, 3. Auflage. Harri Deutsch, Frankfurt 2003
- Balke, H., Einführung in die Technische Mechanik, Statik, Springer-Verlag, Berlin 2005
- Bruhns, O. T., Lehmann, Th., Elemente der Mechanik I, Band 1: Einführung, Statik. Vieweg, Braunschweig 1993
- Gummert P., Reckling, K.-A., Mechanik, 3. Auflage. Vieweg, Braunschweig 1994
- Hibbeler, R.C., Technische Mechanik 1, Statik, Pearson Studium 2005
- Magnus, K., Müller, H. H., Grundlagen der Technischen Mechanik, 7. Auflage. Teubner, Stuttgart 2005
- Wriggers, P., Nackenhorst, U., et al., Technische Mechanik kompakt, Teubner, Stuttgart 2005
- Meriam, J. L., Kraige, L. G. Engineering Mechanics, Volume 1, Statics, 5 th Edition. Wiley, Chichester 2001

Aufgabensammlungen

- Bruhns, O. T., Aufgabensammlung Technische Mechanik I, Band 1: Statik für Bauingenieure und Maschinenbauer. Vieweg, Braunschweig 1996
- Hauger, W., Lippmann, H., Mannl, V., Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3. Springer-Verlag, Berlin 2005
- Hagedorn, P., Aufgabensammlung Technische Mechanik, 2. Auflage. Teubner, Stuttgart 1992
- Dankert, H, Dankert, J., Technische Mechanik, Computerunterstützt, 2. Auflage. Teubner, Stuttgart 1995

Bezeichnungen

Bei den Lösungen der Aufgaben wurden folgende Symbole verwendet:

- \uparrow : Abkürzung für *Summe aller Kräfte in Pfeilrichtung gleich Null.*
- \hat{A} : Abkürzung für *Summe aller Momente um den Bezugspunkt A gleich Null.*
- \rightsquigarrow Abkürzung für *hieraus folgt.*