





#### **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. Werner Hauger**

studierte Angewandte Mathematik und Mechanik an der Universität Karlsruhe und promovierte an der Northwestern University in Evanston/Illinois. Er war mehrere Jahre in der Industrie tätig, hatte eine Professur an der Helmut-Schmidt Universität in Hamburg inne und wurde 1978 an die TU Darmstadt berufen. Sein Arbeitsgebiet ist die Festkörpermechanik mit den Schwerpunkten Stabilitätstheorie, Plastodynamik und Biomechanik. Er ist Autor von Lehrbüchern und war Mitherausgeber internationaler Fachzeitschriften.



#### **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. mont. Dr. h.c. Ewald Werner**

studierte Werkstoffwissenschaften, promovierte und habilitierte an der Montanuniversität Leoben. Er forschte am Erich Schmid Institut für Festkörperphysik der österreichischen Akademie der Wissenschaften und an der ETH Zürich. Von 1997 bis 2002 war er Professor für Mechanik an der TU München, seit 2002 leitet er dort den Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Werkstoffmechanik. Seine Arbeitsgebiete sind die Metallphysik und die Werkstoffmechanik. Er ist Koautor von Lehrbüchern und Mitherausgeber mehrerer internationaler Fachzeitschriften.

Dietmar Gross · Werner Hauger  
Jörg Schröder · Ewald Werner

---

# Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 4

Hydromechanik, Elemente der Höheren  
Mechanik, Numerische Methoden

2. Auflage

 Springer Vieweg

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

Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder  
Institut für Mechanik  
Universität Duisburg-Essen  
Campus Essen  
Universitätsstraße 15  
45117 Essen

Prof. Dr. mont. Dr. h.c. Ewald Werner  
Lehrstuhl für Werkstoffkunde  
und Werkstoffmechanik  
TU München  
Boltzmannstraße 15  
85747 Garching b. München

ISSN 0937-7433

ISBN 978-3-642-24398-1

DOI 10.1007/978-3-642-24399-8

ISBN 978-3-642-24399-8 (eBook)

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 Berlin Heidelberg 2008, 2012

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 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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE.

Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
[www.springer-vieweg.de](http://www.springer-vieweg.de)

# Vorwort

Mit dem vorliegenden Band stellen wir Studienmaterial zu ausgewählten Gebieten der Technischen Mechanik zur Verfügung. Behandelt werden die Grundlagen der Hydromechanik, der Elastizitätstheorie, der Tragwerkslehre, der Schwingungen von Kontinua, der Stabilitätstheorie, der Plastizität und Viskoelastizität sowie der Numerischen Methoden. Mit dieser Stoffauswahl kann das Werk als Ergänzung zum Lehrbuch Technische Mechanik 4 angesehen werden, an dem zwei der Autoren beteiligt sind. Unabhängig davon kann die Sammlung von Formeln und Aufgaben eine Hilfestellung beim Eindringen in die genannten Gebiete sein.

Bei der Gestaltung der Aufgaben haben wir uns um möglichste Klarheit und Verständlichkeit bemüht. Auch haben wir versucht, die Themengebiete weitgehend abzudecken. Deutlich warnen wollen wir aber vor einem reinen Nachlesen der Lösungen. Sinnvoll wird diese Sammlung nur dann genutzt, wenn die Leserin oder der Leser zunächst selbständig versucht, zur Lösung einer Aufgabe zu gelangen und erst danach auf den hier angebotenen Lösungsweg blickt.

Selbstverständlich kann diese Sammlung kein Lehrbuch ersetzen. Wem die theoretischen Grundlagen oder die Begründung verschiedener Formeln und Verfahren nicht mehr geläufig sind, den verweisen wir auf das schon genannte Lehrbuch Technische Mechanik 4 sowie auf die darin enthaltenen Literaturempfehlungen.

Der große Erfolg der 1. Auflage erforderte eine Neuauflage; diese haben wir zur redaktionellen Überarbeitung und Ergänzung genutzt. Hinzugekommen sind Aufgaben im Bereich der Elastizitätstheorie, der Schwingungen kontinuierlicher Systeme und der Viskoelastizität und Plastizität.

Dem Springer-Verlag danken wir für die gute Zusammenarbeit und die ansprechende Ausstattung des Buches.

Wir wünschen auch diesem Band eine freundliche Aufnahme bei der Leserschaft und sind für kritische Anmerkungen und Anregungen dankbar.

Darmstadt, Essen und München, im Dezember 2011

*D. Gross  
W. Hauger  
J. Schröder  
E. Werner*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hydromechanik</b>	
	Formelsammlung .....	2
	Aufgaben und Lösungen .....	8
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Elastizitätstheorie</b>	
	Formelsammlung .....	56
	Aufgaben und Lösungen .....	64
<b>3</b>	<b>Statik spezieller Tragwerke</b>	
	Formelsammlung .....	124
	Aufgaben und Lösungen .....	129
<b>4</b>	<b>Schwingungen kontinuierlicher Systeme</b>	
	Formelsammlung .....	160
	Aufgaben und Lösungen .....	166
<b>5</b>	<b>Stabilität elastischer Strukturen</b>	
	Formelsammlung .....	232
	Aufgaben und Lösungen .....	239
<b>6</b>	<b>Viskoelastizität und Plastizität</b>	
	Formelsammlung .....	304
	Aufgaben und Lösungen .....	314
<b>7</b>	<b>Numerische Methoden in der Mechanik</b>	
	Formelsammlung .....	382
	Aufgaben und Lösungen .....	389