

# Technische Mechanik 3 Dynamik

Bearbeitet von  
Russell C. Hibbeler

12., aktualisierte Auflage. 2012. Buch. 905 S. Hardcover

ISBN 978 3 86894 127 2

Format (B x L): 19,5 x 24,6 cm

Gewicht: 1844 g

[Weitere Fachgebiete > Physik, Astronomie > Mechanik > Klassische Mechanik](#)

Zu [Leseprobe](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](http://beck-shop.de) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



Russell C. Hibbeler

# Technische Mechanik 3 Dynamik

12., aktualisierte Auflage

**Technische Mechanik 3**  
**Dynamik**  
12., aktualisierte Auflage

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

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

Die Informationen in diesem Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen.

Trotzdem können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Herausgeber dankbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien.

Die gewerbliche Nutzung der in diesem Produkt gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig.

Fast alle Produktbezeichnungen und weitere Stichworte und sonstige Angaben, die in diesem Buch verwendet werden, sind als eingetragene Marken geschützt.

Da es nicht möglich ist, in allen Fällen zeitnah zu ermitteln, ob ein Markenschutz besteht, wird das ®-Symbol in diesem Buch nicht verwendet.

Authorized translation from the English language edition, entitled ENGINEERING MECHANICS: DYNAMICS, 12th Edition by RUSSELL HIBBELER, published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright © 2011. All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc. GERMAN language edition published by PEARSON DEUTSCHLAND GMBH, Copyright © 2012.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

14 13 12

ISBN 978-3-86894-127-2

© 2012 by Pearson Deutschland GmbH

Martin-Kollar-Straße 10-12, D-81829 München

Alle Rechte vorbehalten

[www.pearson.de](http://www.pearson.de)

A part of Pearson plc worldwide

Programmleitung: Birger Peil, [bpeil@pearson.de](mailto:bpeil@pearson.de)

Fachlektorat: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Jörg Wauer und Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Seemann,  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Übersetzung: Dipl.-Ing. Dipl.-Übers. Georgia Mais, Hamburg ([www.georgia-mais.de](http://www.georgia-mais.de))  
Dipl.-Ing. Frank Langenau, Chemnitz

Development: Alice Kachnij

Einbandgestaltung: adesso 21, Thomas Arlt

Herstellung: Philipp Burkart, [pburkart@pearson.de](mailto:pburkart@pearson.de)

Satz: mediaService, Siegen ([www.mediaservice.tv](http://www.mediaservice.tv))

Druck und Verarbeitung: Firmengruppe APPL, aprinta-druck, Wemding

Printed in Germany





Russell C. Hibbeler

# Technische Mechanik 3 Dynamik

12., aktualisierte Auflage

Übersetzung aus dem Amerikanischen:  
Georgia Mais, Frank Langenau

Fachliche Betreuung und Erweiterungen:  
Jörg Wauer, Wolfgang Seemann

PEARSON

---

Higher Education  
München • Harlow • Amsterdam • Madrid • Boston  
San Francisco • Don Mills • Mexico City • Sydney  
a part of Pearson plc worldwide

# Inhaltsverzeichnis

|  |            |
|--|------------|
| <b>Einleitung</b>  | <b>9</b>   |
| Vorwort zur deutschen Neuauflage . . . . .                               | 10         |
| Zum Inhalt . . . . .   | 12         |
| Neu in dieser Auflage . . . . .  | 13         |
| Hinweise zur Buchstruktur . . . . .                                      | 13         |
| Die Webseite zum Buch . . . . .  | 14         |
| <br>   |            |
| <b>Kapitel 1     Kinematik eines Massenpunktes</b>                       | <b>15</b>  |
| 1.1 Einführung . . . . .   | 17         |
| 1.2 Geradlinige Bewegung . . . . .                                       | 18         |
| 1.3 Geradlinige, bereichsweise definierte Bewegung . . . . .             | 28         |
| 1.4 Allgemeine räumliche Bewegung . . . . .                              | 36         |
| 1.5 Auswertung in kartesischen Koordinaten . . . . .                     | 38         |
| 1.6 Schiefer Wurf . . . . .  | 44         |
| 1.7 Auswertung in natürlichen Koordinaten . . . . .                      | 49         |
| 1.8 Auswertung in Zylinderkoordinaten . . . . .                          | 57         |
| 1.9 Abhängige Bewegung zweier Massenpunkte . . . . .                     | 66         |
| 1.10 Relativbewegung in translatorisch bewegten Bezugssystemen . . . . . | 72         |
| <br>   |            |
| <b>Kapitel 2     Kinetik eines Massenpunktes: Bewegungsgleichung</b>     | <b>119</b> |
| 2.1 Newton'sche Gesetze der Bewegung . . . . .                           | 121        |
| 2.2 Newton'sches Grundgesetz . . . . .                                   | 124        |
| 2.3 Prinzip von d'Alembert . . . . .                                     | 128        |
| 2.4 Massenpunktsystem . . . . .  | 129        |
| 2.5 Auswertung in kartesischen Koordinaten . . . . .                     | 131        |
| 2.6 Auswertung in natürlichen Koordinaten . . . . .                      | 143        |
| 2.7 Auswertung in Zylinderkoordinaten . . . . .                          | 150        |
| *2.8 Zentralkräfte und Himmelsmechanik . . . . .                         | 157        |
| <br>   |            |
| <b>Kapitel 3     Kinetik eines Massenpunktes: Arbeit und Energie</b>     | <b>193</b> |
| 3.1 Arbeit einer Kraft . . . . .   | 195        |
| 3.2 Arbeitssatz . . . . .  | 200        |
| 3.3 Arbeitssatz für ein Massenpunktsystem . . . . .                      | 202        |
| 3.4 Leistung und Wirkungsgrad . . . . .                                  | 210        |
| 3.5 Konservative Kräfte und potenzielle Energie . . . . .                | 215        |
| 3.6 Energieerhaltung . . . . .   | 218        |
| 3.7 Methode Energieintegral . . . . .                                    | 224        |

|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| <b>Kapitel 4</b>  | <b>Kinetik eines Massenpunktes: Impuls und Drehimpuls</b>                                | <b>247</b> |
| 4.1               | Impulssatz   | 249        |
| 4.2               | Impulssatz für ein Massenpunktsystem   | 256        |
| 4.3               | Impulserhaltung für ein System aus Massenpunkten   | 257        |
| 4.4               | Stoßvorgänge   | 266        |
| 4.5               | Drehimpuls   | 275        |
| 4.6               | Drehimpulssatz   | 275        |
| 4.7               | Drallsatz für Massenpunktsysteme   | 285        |
| *4.8              | Stationäre (eindimensionale) Strömungen  | 287        |
| 4.9               | Massenzu- und abfuhr   | 292        |
| <br>              |  |            |
| <b>Kapitel W1</b> | <b>Wiederholung 1: Kinematik und Kinetik eines Massenpunktes</b>                         | <b>329</b> |
| <br>              |  |            |
| <b>Kapitel 5</b>  | <b>Ebene Kinematik eines starren Körpers</b>   | <b>345</b> |
| 5.1               | Bewegung eines starren Körpers   | 347        |
| 5.2               | Translationsbewegung   | 348        |
| 5.3               | Rotation um eine feste Achse   | 349        |
| 5.4               | Kinematische Zusammenhänge bei der ebenen Bewegung eines Systems mit einem Freiheitsgrad | 357        |
| 5.5               | Allgemein ebene Bewegung – Geschwindigkeit   | 361        |
| 5.6               | Momentanpol  | 370        |
| 5.7               | Allgemein ebene Bewegung – Beschleunigung  | 377        |
| 5.8               | Relativbewegung in rotierenden Bezugssystemen  | 387        |
| <br>              |  |            |
| <b>Kapitel 6</b>  | <b>Ebene Kinetik eines starren Körpers: Bewegungsgleichungen</b>                         | <b>435</b> |
| 6.1               | Massenträgheitsmoment  | 437        |
| 6.2               | Bewegungsgleichungen   | 445        |
| 6.3               | Reine Translation  | 451        |
| 6.4               | Rotation um eine feste Achse   | 458        |
| 6.5               | Allgemein ebene Bewegung   | 467        |
| <br>              |  |            |
| <b>Kapitel 7</b>  | <b>Ebene Kinetik eines starren Körpers: Arbeit und Energie</b>                           | <b>505</b> |
| 7.1               | Kinetische Energie   | 507        |
| 7.2               | Arbeit einer Kraft   | 511        |
| 7.3               | Arbeit eines Kräftepaars   | 513        |
| 7.4               | Arbeitssatz  | 515        |
| 7.5               | Energieerhaltungssatz  | 522        |
| <br>              |  |            |
| <b>Kapitel 8</b>  | <b>Ebene Kinetik eines starren Körpers: Impuls und Drehimpuls</b>                        | <b>543</b> |
| 8.1               | Impuls und Drehimpuls  | 545        |
| 8.2               | Impuls- und Drallsatz  | 551        |
| 8.3               | Impuls- und Drehimpulserhaltung  | 559        |
| 8.4               | Exzentrischer Stoß   | 564        |

|                   |   |            |
|-------------------|---|------------|
| <b>Kapitel W2</b> | <b>Wiederholung 2: Ebene Kinematik und Kinetik eines starren Körpers</b>        | <b>585</b> |
| <b>Kapitel 9</b>  | <b>Räumliche Kinematik eines starren Körpers</b>                                | <b>601</b> |
| 9.1               | Drehung um einen raumfesten Punkt . . . . .                                     | 603        |
| 9.2               | Zeitableitungen in ruhenden und in bewegten Bezugssystemen . . . . .            | 610        |
| 9.3               | Allgemein räumliche Bewegung . . . . .  | 615        |
| 9.4               | Relativbewegung in allgemein bewegten Bezugssystemen . . . . .                  | 618        |
| <b>Kapitel 10</b> | <b>Räumliche Kinetik eines starren Körpers</b>                                  | <b>641</b> |
| 10.1              | Massenträgheitsmomente . . . . .  | 643        |
| 10.2              | Drehimpuls . . . . .  | 649        |
| 10.3              | Kinetische Energie . . . . .  | 652        |
| 10.4              | Bewegungsgleichungen . . . . .  | 657        |
| 10.5              | Kreiselbewegung . . . . .   | 674        |
| *10.6             | Kräftefreie Kreisel . . . . .   | 680        |
| *10.7             | Systeme starrer Körper . . . . .  | 684        |
| <b>Kapitel 11</b> | <b>Analytische Prinzipien</b>   | <b>709</b> |
| 11.1              | Virtuelle Verrückungen, virtuelle Geschwindigkeiten . . . . .                   | 711        |
| 11.2              | Prinzip von d'Alembert in Lagrange'scher Fassung . . . . .                      | 718        |
| 11.3              | Lagrange'sche Gleichungen 1. Art . . . . .                                      | 728        |
| 11.4              | Lagrange'sche Gleichungen 2. Art . . . . .                                      | 733        |
| <b>Kapitel 12</b> | <b>Schwingungen</b>   | <b>765</b> |
| 12.1              | Schwinger mit einem Freiheitsgrad: Erscheinungsformen . . . . .                 | 767        |
| 12.2              | Freie ungedämpfte Schwingungen eines 1-Freiheitsgrad-Systems . . . . .          | 774        |
| *12.3             | Energiemethoden beim Schwinger mit einem Freiheitsgrad . . . . .                | 782        |
| 12.4              | Freie gedämpfte Schwingungen eines 1-Freiheitsgrad-Systems . . . . .            | 786        |
| 12.5              | Erzwungene Schwingungen eines ungedämpften 1-Freiheitsgrad-Systems . . . . .    | 790        |
| 12.6              | Erzwungene Schwingungen eines gedämpften 1-Freiheitsgrad-Systems . . . . .      | 796        |
| 12.7              | Frequenzgangrechnung . . . . .  | 803        |
| *12.8             | Analogien zum elektrischen Schwingkreis . . . . .                               | 807        |
| 12.9              | Schwingungen eines Systems mit mehreren Freiheitsgraden . . . . .               | 808        |
| *12.10            | Schwingende Kontinua . . . . .  | 817        |
| <b>Kapitel W3</b> | <b>Wiederholung 3: Kreiseldynamik, Analytische Prinzipien, Schwingungslehre</b> | <b>839</b> |

|                 |  |            |
|-----------------|--|------------|
| <b>Anhang A</b> | <b>Mathematische Ausdrücke</b>                                 | <b>849</b> |
|                 | Quadratische Gleichungen . . . . .                             | 850        |
|                 | Hyperbolische Funktionen . . . . .                             | 850        |
|                 | Trigonometrische Umformungen . . . . .                         | 850        |
|                 | Potenzreihenentwicklungen . . . . .                            | 850        |
|                 | Differenzierungsregeln . . . . .                               | 850        |
|                 | Integrale . . . . .  | 851        |
| <b>Anhang B</b> | <b>Vektorrechnung</b>  | <b>853</b> |
| B.1             | Darstellung von Vektoren . . . . .                             | 854        |
| B.2             | Produkte von Vektoren . . . . .                                | 855        |
| B.3             | Differenziation und Integration von Vektorfunktionen . . . . . | 857        |
| <b>Anhang C</b> | <b>Lösungen ausgewählter Aufgaben</b>                          | <b>859</b> |
|                 | <b>Literatur</b>   | <b>897</b> |
|                 | <b>Register</b>  | <b>899</b> |

# Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwortschutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: [info@pearson.de](mailto:info@pearson.de)

## Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.**

## Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

**<http://ebooks.pearson.de>**