



Bibliothek des technischen Wissens

Bernd Mattheus

Falko Wieneke

Horst Herr†

# Technische Mechanik

## Statik ■ Dynamik ■ Festigkeit

12., überarbeitete Auflage 2020

mit sehr vielen

**Musteraufgaben** (Lehrbeispielen),

**Übungsaufgaben** (Aufgaben mit vollständigen Lösungswegen im Anhang)

und

**Vertiefungsaufgaben** (Aufgaben mit Ergebnissen im Anhang)

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 5021X

**Autoren:**

Bernd Mattheus	Dr.-Ing.	45130 Essen
Falko Wieneke	Dipl.-Ing., Studiendirektor	45257 Essen

**Lektor:**

Falko Wieneke

**Autor bis zur 10. Auflage:**

Horst Herr †	VDI, Dipl.-Ing., Fachoberlehrer	65779 Kelkheim im Taunus
--------------	---------------------------------	--------------------------

**Bildbearbeitung:**

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern  
Wiekreativ Designstudio, Uwe Wiegand, 59939 Olsberg

Alle Bilder ohne Bildquellenangabe wurden vom Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern oder den Autoren bearbeitet und erstellt.

12. Auflage 2020, korrigierter Nachdruck 2023

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

Diesem Buch wurden die neuesten DIN-Normen zugrunde gelegt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass nur die DIN-Normen selbst verbindlich sind. Diese können in den öffentlichen DIN-Normen-Auslegestellen eingesehen oder durch die Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

ISBN 978-3-8085-5070-0

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: rkt, 51379 Leverkusen, [www.rktypo.com](http://www.rktypo.com)

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Falko Wieneke; Vektor-Illustration: © amgun, Fotos: © anekoho und

© 06photo – shutterstock.com

Druck: UAB BALTO print, Vilnius LT-08217, Litauen

# Vorwort

*Man teile jede einzelne der Schwierigkeiten, die man lösen will, in so viele Teile wie möglich, und so müsste es möglich sein, sie zu lösen.*  
Descartes

Wer Maschinen und Anlagen konstruiert, baut oder betreibt, benötigt Kenntnisse aus der Technischen Mechanik. Innerhalb dieser Ingenieurwissenschaft, kurz mit TM bezeichnet, unterscheidet man die Teilgebiete Statik, Dynamik und Festigkeitslehre. Als Grundlagenfächer sind sie die Basis für das Verständnis des Maschinen- und Anlagenbaus und des Bauwesens. Die Technische Mechanik, ein auf die Lösung technischer Probleme angewandtes Teilgebiet der Physik, gilt in ihrer Handhabung als besonders schwierig. Für viele Studenten ist sie neben der Mathematik das größte Hindernis für einen erfolgreichen Abschluss der Studien. Ziel dieses Buches ist es, dem Lernenden zu helfen, die unumgänglichen Schwierigkeiten zu bewältigen, indem er begreift, dass die vielen Einzelheiten durch einige wenige Prinzipien geordnet werden, deren wiederholte Anwendung vom Leichten zum Schweren fortschreitend ihn befähigen, selbständig Aufgaben zu lösen.

Umfang, Auswahl und Darbietung der Lerninhalte orientieren sich an den Lehrplänen der Fachschulen für Technik (**Technikerschulen**), Fachrichtung Maschinenbau der Kultusministerien der Bundesländer. Da es sich um das Grundlagenwissen der Technischen Mechanik handelt, ist dieses Lehrbuch auch im Unterricht der **Technischen Gymnasien**, der **Fachoberschulen Technik** und für die **berufliche Fortbildung** einsetzbar. Den Studenten der Fachhochschulen oder Technischen Universitäten erleichtert das Durcharbeiten dieses Buches das Verständnis ihrer Vorlesungen. Für sie und alle anderen, die im **Selbststudium** alte Kenntnisse erneuern oder neue erwerben wollen, sind die Lektionen nach einem einheitlichen, auf der folgenden Seite beschriebenen Schema aufgebaut.

Der Beruf des Technikers verlangt es, in einer technischen Aufgabe das physikalische Problem zu erkennen und diesem eine mathematische Form zu geben, mit der gerechnet werden kann. Die Aufteilung des gesamten Stoffes in kurze, überschaubare Lektionen ermöglicht es, jeweils ein Problem in den Vordergrund zu stellen. Wo es sich anbietet, werden dabei Beispiele aus der Praxis des Maschinenbaus herangezogen. Eine Zeichnung stellt das Problem dar und aus den erkennbaren Zusammenhängen werden dann Berechnungsgleichungen und Grundlagenformeln entwickelt. Entsprechend der Zielsetzung dieses Buches wird auf die Methoden der höheren Mathematik verzichtet. Die ausgewählten Aufgaben variieren die Problemlösungsmöglichkeiten und führen zur Festigung der erworbenen Fertigkeiten und Kenntnisse.

Die vorliegende **12. Auflage** des Buches wurde im Vergleich zur 11. Auflage überarbeitet und aktualisiert. Die Gliederung der Hauptkapitel mit den Buchstaben A (Statik), B (Dynamik) und C (Festigkeitslehre) spiegelt auch die Schwerpunktthemen der **Technischen Mechanik** wieder. Durch die im Buch vielfältig aufgeführten Verweise zu den verschiedenen Kapiteln wird für den Lernenden eine Querverbindung zwischen den Kapiteln geschaffen.

Die 12. Auflage des Buches enthält eine Vielzahl an farbig gestalteten Bildern, die dem Lernenden die theoretischen Zusammenhänge anschaulich näher bringen. Zusätzliche Bilder aus der Praxis führen zu einem besseren Realitätsbezug. Angegebene Merksätze fassen die theoretischen Inhalte in einer kurzen Form zusammen. Formeln werden, wenn erforderlich, auch hergeleitet, damit ein besseres Verständnis für den Lernenden entsteht. Die hierbei verwendeten Formelzeichen richten sich nach den DIN-, EN- und ISO-Normen sowie der einschlägigen Literatur.

Das vorliegende Buch bietet dem Lernenden eine Vielzahl an **Musteraufgaben**, **Übungsaufgaben** und **Vertiefungsaufgaben** mit entsprechenden Lösungen in unterschiedlicher Tiefe. Der Lernende wird somit zu einer guten Einübung des Gelernten geführt.

Wir wünschen unseren Leserinnen und Lesern viel Freude beim Einstieg in die Technische Mechanik und bei der Anwendung der speziellen Gesetze auf die moderne Technik.

Hinweise, die zur Verbesserung und Weiterentwicklung dieses Buches beitragen, nehmen wir gerne unter der Verlagsadresse oder per E-Mail ([lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de)) entgegen.

## Zur Arbeit mit diesem Buch

Soll es **unterrichtsbegleitend** verwendet werden, findet der Lernende hier die im Unterricht erläuterten Erkenntnisse und Zusammenhänge und die daraus resultierenden Formeln in den thematisch ausgerichteten Lektionen. Während die Übungsaufgaben mit dem Lösungsanhang je nach Kenntnisstand der häuslichen Nacharbeit dienen, wählt der Dozent aus den Vertiefungsaufgaben diejenigen aus die seinen Intentionen entsprechen.

Beim **Selbststudium** ist es möglich, einige Lektionen, die nicht weiterführend sind, auszulassen. Sinnvoll aber ist es, jede Lektion, deren Inhalt man sich aneignen will, vollständig und in der gegebenen Reihenfolge durcharbeiten zu lassen.

Die **Informationen (I)** befinden sich meist am Beginn der Lektionen, oft sind sie aber auch innerhalb der Lektion aufgeteilt. Die Erläuterungen der physikalisch-technischen Zusammenhänge führen in der Regel zu einer oder mehreren Formeln oder Konstruktionsverfahren.

Die Anwendung der erworbenen Kenntnisse erfolgt in **Musteraufgaben (M)**. Hier werden exemplarisch Problemstellungen aufgezeigt und ausführliche Lösungen vorgestellt, die einen möglichen Weg aufzeigen. In vielen Fällen sind alternative Lösungswege möglich.

Gegebenfalls werden in den Musteraufgaben noch spezielle Kenntnisse vermittelt.

Die darauf folgenden **Übungsaufgaben (Ü)** dienen der Wiederholung und Vertiefung sowie der Überprüfung des Gelernten durch den Studierenden.

Deshalb befinden sich **am Schluss des Buches ausführliche Lösungsgänge**. Diese Buchseiten sind mit einem **gelben Randdruck** gekennzeichnet.

Möchte der Lernende sein Wissen weiter vertiefen oder sich auf Prüfungen vorbereiten, löst er zweckmäßig die **Vertiefungsaufgaben (V)**.

Am **Schluss des Buches befinden sich die Ergebnisse dieser Vertiefungsaufgaben**. Diese Buchseiten sind mit einem **grünen Randdruck** gekennzeichnet.

Der Zweck dieses pädagogischen Prinzips I, M, Ü, V innerhalb jeder Lektion besteht darin, dass der Lernende in mehreren Stufen, d.h. mit einem zunehmenden Grad an Selbständigkeit, zum Lehrziel geführt wird. Deshalb musste nach meinem pädagogischen Verständnis auch auf die Lösungsgänge der Vertiefungsaufgaben zwingend verzichtet werden.

Die **Kombination aus Unterricht und Selbststudium**, z. B. in Abendkursen, findet in der Methodik dieses Lehrbuches eine Unterstützung durch die Verlegung von Unterrichtssequenzen in die Hausarbeit.

Das Buch ist in die Abschnitte

- A (Statik)**
- B (Dynamik)**
- C (Festigkeitslehre)**

unterteilt, und die Bezeichnung der Lektionen besteht aus einem Buchstaben und einer Zahl, und zwar vor den Überschriften der Lektionen, z. B.:

### B17 Lektion 17 im Abschnitt B

Diese Kennzeichnung ermöglicht die Verkettung der Sachverhalte in der Technischen Mechanik durch ein besonderes Hinweissystem, z. B.:

(→ **C13**): Weitere Informationen im Abschnitt C, Lektion 13

In das Buch ist also gewissermaßen ein **„Fahrplan durch die Technische Mechanik“** eingebaut. Dieser ermöglicht eine optimale Lehrbuchnutzung und lässt den Lernenden eher begreifen, dass die Physik und im Speziellen die Technische Mechanik – trotz der vielen Teilgebiete und Richtungen – eine **„zusammenhängende“ Wissenschaft** ist, und wir hoffen, dass der pädagogische Wert seine Anerkennung findet.

Wir gehen davon aus, dass die vielen über das gesamte Buch verteilten **„Praxisbilder“** bei den Lernenden einen zusätzlichen Motivationsschub bewirkt.

<b>A</b>		<b>STATIK</b>	
<b>A1</b>	<b>Die Verknüpfung von Physik und Technik</b>		<b>3</b>
1.1	Bedeutung der klassischen Physik für die Technik	3	3
	• Zweige und Entwicklungszeiträume der klassischen Physik	3	3
1.2	Bedeutung der „Mechanik der festen Körper“ für technische Problemlösungen	4	4
	• Teilgebiete der Technischen Mechanik	4	4
	• Statik	4	4
	• Kinematik	5	5
	• Kinetik	6	6
	• Dynamik	6	6
	• Festigkeitslehre	6	6
1.3	Lösungsmethoden der Statik	7	7
1.4	Zustandsform der Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften	8	8
<b>A2</b>	<b>Kraft und Drehmoment</b>		<b>10</b>
2.1	Basisgrößen und abgeleitete Größen	10	10
2.2	Physikalische Größen der Statik	10	10
2.2.1	Kraft und Drehmoment als physikalische Größen	10	10
	• Kräfteinheit	10	10
	• Gewichtskraft und die alte Kräfteinheit	11	11
	• Das Drehmoment	11	11
2.2.2	Wirkungen der Kraft auf einen Körper	12	12
2.2.3	Kraft als Vektor und die Kraftmerkmale	13	13
	• Erweiterungssatz	13	13
	• Längsverschiebungssatz	14	14
	• Richtung einer Kraft im rechtwinkligen Koordinatensystem	14	14
<b>A3</b>	<b>Freiheitsgrade eines Körpers</b>		<b>17</b>
3.1	Freiheitsgrade eines Körpers in der Ebene	17	17
3.2	Freiheitsgrade eines Körpers im Raum	17	17
<b>A4</b>	<b>Freimachen von Bauteilen</b>		<b>18</b>
4.1	Wechselwirkungsgesetz	18	18
4.2	Freimachen	18	18
4.2.1	Regeln für das Freimachen von Bauteilen	20	20
<b>A5</b>	<b>Kräfte auf derselben Wirkungslinie</b>		<b>24</b>
5.1	Hauptaufgaben der Statik	24	24
5.1.1	Die erste Hauptaufgabe der Statik	24	24
5.1.2	Die zweite Hauptaufgabe der Statik	24	24
5.2	Die zwei Kräftesysteme der Statik	24	24
5.3	Sonderfall des zentralen Kräftesystems: gemeinsame Wirkungslinie	25	25
5.3.1	Zeichnerische Ermittlung der Resultierenden	25	25
5.3.2	Rechnerische Ermittlung der Resultierenden	26	26
<b>A6</b>	<b>Zusammensetzen von zwei Kräften, deren Wirkungslinien (WL) sich schneiden</b>		<b>28</b>
6.1	Anwendung des Längsverschiebungssatzes	28	28
6.2	Der Parallelogrammsatz	28	28

<b>A7</b>	<b>Zerlegung einer Kraft in zwei Kräfte</b>	<b>32</b>
7.1	Die Richtungen beider Kraftkomponenten sind bekannt	32
7.1.1	Horizontal- und Vertikalkomponente	32
7.2	Größe und Richtung einer Kraftkomponente sind bekannt	33
7.3	Das Übertragen der Kraftrichtungen vom LP in den KP	33
<b>A8</b>	<b>Zusammensetzen von mehr als zwei in einem Punkt angreifenden Kräften</b>	<b>38</b>
8.1	Lösung der Aufgabe mit mehreren Kräfteparallelogrammen	38
8.2	Lösung mittels Kräfteck	38
<b>A9</b>	<b>Erste Gleichgewichtsbedingung der Statik</b>	<b>41</b>
9.1	Das geschlossene Kräfteck bei Kräftegleichgewicht	41
9.2	Rechnerische Ermittlung der Resultierenden aus den Horizontal- und Vertikalkomponenten	41
<b>A10</b>	<b>Bestimmung unbekannter Kräfte im zentralen Kräftesystem</b>	<b>45</b>
10.1	Kräftegleichgewicht im Zentralpunkt	45
10.1.1	Zeichnerische Ermittlung unbekannter Kräfte	45
10.1.2	Rechnerische Ermittlung unbekannter Kräfte	46
	• Die Vorzeichenregel	46
<b>A11</b>	<b>Zeichnerische Ermittlung der Resultierenden im allgemeinen Kräftesystem</b>	<b>49</b>
11.1	Nochmalige Definition des allgemeinen Kräftesystems	49
11.2	Wiederholte Konstruktion des Kräfteparallelogrammes	50
11.3	Verwendung von Zwischenresultierenden	50
<b>A12</b>	<b>Zeichnerische Ermittlung der Resultierenden mit dem Seileckverfahren</b>	<b>52</b>
12.1	Erforderlichkeit eines universellen Lösungsverfahrens zur zeichnerischen Ermittlung der Resultierenden im allgemeinen Kräftesystem	54
12.2	Zusammensetzen von zwei Kräften mit der Seileckkonstruktion	54
12.2.1	Lösungsverfahren	54
12.2.2	Konstruktionsbegründung	55
12.2.3	Begriffe	55
12.3	Zusammensetzen von mehr als zwei Kräften mit der Seileckkonstruktion	55
12.3.1	Lösungsschritte	55
12.3.2	Konstruktionsbegründung	56
<b>A13</b>	<b>Kräfte als Ursache einer Drehbewegung</b>	<b>59</b>
13.1	Drehmoment der Resultierenden	59
13.2	Drehrichtung und wirksamer Hebelarm	59
13.2.1	Drehsinn und Vorzeichen des Drehmomentes	59
13.2.2	Das resultierende Drehmoment	60
13.2.3	Erzeugung von Drehmomenten durch Schrägkräfte	60
13.3	Die zweite Gleichgewichtsbedingung der Statik	61
13.4	Kräftepaar und der Parallelverschiebungssatz	62
<b>A14</b>	<b>Rechnerische Ermittlung der Resultierenden im allgemeinen Kräftesystem</b>	<b>65</b>
14.1	Der Momentensatz	65
14.2	Bestimmung der Resultierenden mit Hilfe des Momentensatzes	65

<b>A15</b>	<b>Bestimmung der Auflagerkräfte beim Träger auf zwei Stützen</b>	<b>68</b>
15.1	Rechnerische Bestimmung der Auflagerkräfte .....	68
15.2	Zeichnerische Bestimmung der Auflagerkräfte .....	70
<b>A16</b>	<b>Bestimmung von Schwerpunkten mittels Momentensatz</b>	<b>73</b>
16.1	Der Schwerpunkt als Massenmittelpunkt .....	73
16.2	Linien­schwerpunkte .....	74
16.2.1	Gerade Linie (Strecke) .....	74
16.2.2	Gerader Linienzug .....	74
16.2.3	Gekrümmte Linie .....	76
16.3	Flächenschwerpunkte .....	76
16.3.1	Schwerpunktlage von Einzelflächen .....	76
16.3.2	Schwerpunktlage von zusammengesetzten Flächen .....	77
16.4	Körperschwerpunkte .....	79
<b>A17</b>	<b>Bestimmung von Schwerpunkten mittels Seileckkonstruktion</b>	<b>83</b>
17.1	Zeichnerische Bestimmung von Linien­schwerpunkten .....	83
17.2	Zeichnerische Bestimmung von Flächenschwerpunkten .....	84
<b>A18</b>	<b>Gleichgewicht und Kippen</b>	<b>85</b>
18.1	Die Gleichgewichtsarten .....	85
18.2	Die Standfestigkeit der Körper .....	86
18.3	Kippsicherheit .....	86
<b>A19</b>	<b>Regeln von Guldin</b>	<b>89</b>
19.1	Volumenberechnung .....	89
19.2	Oberflächenberechnung (Mantelberechnung) .....	90
<b>A20</b>	<b>Statisch bestimmtes ebenes Fachwerk</b>	<b>90</b>
20.1	Fachwerkdefinition .....	92
20.2	Das ideale Fachwerk .....	92
20.3	Bedingung des statisch bestimmten Fachwerkes .....	93
20.4	Fachwerkformen .....	93
<b>A21</b>	<b>Zeichnerische Stabkraftermittlung mittels Krafteck</b>	<b>95</b>
<b>A22</b>	<b>Zeichnerische Stabkraftermittlung mittels Cremonaplan</b>	<b>98</b>
<b>A23</b>	<b>Zeichnerische Stabkraftermittlung mittels Culmannschem Schnittverfahren</b>	<b>100</b>
<b>A24</b>	<b>Rechnerische Stabkraftermittlung mittels Ritterschem Schnittverfahren</b>	<b>102</b>
<b>A25</b>	<b>Die Reibungskräfte</b>	<b>105</b>
25.1	Äußere und innere Reibung .....	105
25.2	Haft- und Gleitreibung .....	105
25.3	Das Reibungsgesetz nach Coulomb .....	106
25.3.1	Die Reibungszahl .....	106
	• Die Einflussparameter der Reibungszahl .....	107

<b>A26</b>	<b>Reibung auf der schiefen (geneigten) Ebene</b>	<b>110</b>
26.1	Bestimmung der Reibungszahlen	110
26.2	Selbsthemmung	111
26.2.1	Selbsthemmungskriterien	111
26.2.2	Reibungsdreieck und Reibungskegel	111
26.3	Wirkkräfte auf der schiefen Ebene	113
26.3.1	Kraft parallel zur schiefen Ebene	113
	• Zugkraft bei Aufwärtsbewegung	113
	• Haltekraft bei Abwärtsbewegung	114
26.3.2	Kraft parallel zur Grundfläche der schiefen Ebene	115
	• Aufwärtsbewegung	115
	• Abwärtsbewegung	116
<b>A27</b>	<b>Reibung an Geradföhrungen</b>	<b>119</b>
27.1	Flachföhrungen	119
27.2	Prismenföhrungen	119
27.2.1	Unsymmetrische Prismenföhrung	120
27.2.2	Symmetrische Prismenföhrung	120
27.3	Zylinderföhrungen	121
<b>A28</b>	<b>Reibung in Gleitlagern</b>	<b>123</b>
28.1	Tragzapfen (Querlager)	123
28.2	Spurzapfen (Längslager)	123
<b>A29</b>	<b>Gewindereibung</b>	<b>125</b>
29.1	Bewegungsgewinde	125
29.1.1	Schraube mit Flachgewinde	125
29.1.2	Schraube mit Spitzgewinde oder Trapezgewinde	126
29.2	Befestigungsgewinde	128
<b>A30</b>	<b>Seilreibung</b>	<b>130</b>
<b>A31</b>	<b>Reibungsbremsen und Reibungskupplungen</b>	<b>133</b>
31.1	Reibungsbremsen	133
31.1.1	Backenbremsen	133
31.1.2	Bandbremsen	134
	• Einfache Bandbremse	135
	• Die Summenbandbremse	135
	• Die Differentialbandbremse	135
31.1.3	Scheibenbremsen	135
31.2	Reibungskupplungen	136
<b>A32</b>	<b>Rollreibung</b>	<b>138</b>
32.1	Der Rollwiderstand	138
32.2	Der Fahrwiderstand	139
32.3	Die Rollbedingung	140



<b>B</b>	<b>DYNAMIK</b>	
<b>B1</b>	<b>Gleichförmige geradlinige Bewegung</b>	<b>145</b>
1.1	Bewegungskriterien und Geschwindigkeit	145
1.2	Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit	148
<b>B2</b>	<b>Ungleichförmige geradlinige Bewegung</b>	<b>151</b>
2.1	Merkmale einer ungleichförmigen Bewegung	151
	• Definition der Beschleunigung	151
2.2	Die ungleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung	152
2.3	Die gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung	152
2.3.1	Beschleunigung aus dem Ruhezustand	152
2.3.2	Gleichmäßige Beschleunigung bei vorhandener Anfangsgeschwindigkeit	154
2.4	Die gleichmäßig verzögerte Bewegung	155
2.5	Freier Fall und senkrechter Wurf nach oben	157
2.5.1	Fallbeschleunigung	157
2.6	Weitere Formeln zur gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Bewegung	159
2.6.1	Gleichmäßige Beschleunigung mit $v_0 = 0$ und gleichmäßige Verzögerung mit $v_t = 0$	159
2.6.2	Gleichmäßige Beschleunigung mit $v_0 \neq 0$ und gleichmäßige Verzögerung mit $v_t \neq 0$	159
<b>B3</b>	<b>Zusammensetzung von Geschwindigkeiten</b>	<b>162</b>
3.1	Vektoren und Skalare	162
3.2	Das Überlagerungsprinzip bei geradlinigen Bewegungen	162
3.3	Das Überlagerungsprinzip bei kreisförmigen Bewegungen	163
3.4	Die vektorielle Addition von Geschwindigkeiten	164
3.5	Führungs-, Relativ- und Absolutgeschwindigkeit	166
<b>B4</b>	<b>Freie Bewegungsbahnen</b>	<b>168</b>
4.1	Der Grundsatz der Unabhängigkeit	168
4.2	Der schiefe Wurf	168
	• Zerlegen eines Vektors in seine Komponenten	170
4.3	Der waagerechte Wurf	171
<b>B5</b>	<b>Trägheit der Körper</b>	<b>174</b>
5.1	Das erste Newtonsche Axiom	174
5.2	Das zweite Newtonsche Axiom	175
5.2.1	Die Kräfteinheit	176
5.2.2	Die Gewichtskraft	176
<b>B6</b>	<b>Das Prinzip von d'Alembert</b>	<b>179</b>
6.1	Erweitertes dynamisches Grundgesetz	179
6.1.1	Bewegung auf horizontaler Bahn	179
6.1.2	Bewegung auf vertikaler Bahn	180
6.1.3	Bewegung auf der schiefen Ebene	182
	• Die Steigung auf der schiefen Ebene	182
	• Kräfte bei beschleunigter Aufwärtsbewegung auf der schiefen Ebene	183
	• Kräfte bei beschleunigter Abwärtsbewegung auf der schiefen Ebene	183

<b>B7</b>	<b>Kurzzeitig wirkende Kräfte</b>	<b>186</b>
7.1	Die Bewegungsgröße (Impuls) . . . . .	186
7.1.1	Die Impulsänderung eines Körpers . . . . .	186
7.1.2	Die Impulserhaltung . . . . .	187
7.2	Der Stoß . . . . .	188
7.2.1	Der unelastische Stoß . . . . .	189
7.2.2	Der elastische Stoß . . . . .	189
7.2.3	Der halbelastische Stoß . . . . .	192
7.2.4	Der schiefe Stoß . . . . .	192
<b>B8</b>	<b>Arbeit und Energie</b>	<b>193</b>
8.1	Die mechanische Arbeit . . . . .	193
8.1.1	Die zeichnerische Darstellung der mechanischen Arbeit . . . . .	194
8.1.2	Die Arbeitskomponente der Kraft . . . . .	194
8.1.3	Der physikalische Unterschied zwischen mechanischer Arbeit und Drehmoment . . . . .	195
8.2	Energiearten und Energiespeicherung . . . . .	195
8.3	Die Gleichwertigkeit der mechanischen Arbeit und der mechanischen Energie . . . . .	196
8.3.1	Hubarbeit und potentielle Energie . . . . .	196
	• Arbeit auf der schiefen Ebene und die goldene Regel der Mechanik . . . . .	196
8.3.2	Beschleunigungsarbeit und kinetische Energie . . . . .	199
	• Umwandlung von potentieller Energie in kinetische Energie . . . . .	200
8.4	Der Energieerhaltungssatz und Beispiele der Energieerhaltung . . . . .	200
8.4.1	Energieerhaltung bei der Umwandlung von mechanischer Energie in Wärmeenergie . . . . .	201
8.4.2	Energieerhaltung beim wirklichen Stoß . . . . .	202
8.5	Weitere Formen der mechanischen Arbeit . . . . .	203
8.5.1	Die Kolbenarbeit . . . . .	203
8.5.2	Die Federspannarbeit als Formänderungsarbeit . . . . .	204
	• Federspannarbeit bei der Verformung aus ungespanntem Zustand . . . . .	204
	• Federspannarbeit bei der Verformung einer Feder mit Vorspannung . . . . .	205
<b>B9</b>	<b>Mechanische Leistung</b>	<b>207</b>
9.1	Leistung als Funktion von Energie und Zeit . . . . .	207
9.2	Leistung als Funktion von Kraft und Geschwindigkeit . . . . .	208
<b>B10</b>	<b>Reibungsarbeit und Wirkungsgrad, Reibungsleistung</b>	<b>210</b>
10.1	Reibungsarbeit . . . . .	210
10.2	Energieumwandlung bei der Reibung . . . . .	211
10.2.1	Umwandlung von Reibungsarbeit in Wärmeenergie . . . . .	211
10.2.2	Umwandlung von Reibungsarbeit in Schwingungsenergie . . . . .	211
10.3	Der mechanische Wirkungsgrad . . . . .	212
	• Der Gesamtwirkungsgrad einer Maschinenanlage . . . . .	213
10.4	Die Reibungsleistung . . . . .	214
<b>B11</b>	<b>Wirkungsgrad wichtiger Maschinenelemente und Baugruppen</b>	<b>216</b>
11.1	Gerade Führungen . . . . .	216
11.1.1	Flachführungen . . . . .	216
11.1.2	Symmetrische Prismenführung . . . . .	217
11.1.3	Unsymmetrische Prismenführung . . . . .	217
11.1.4	Zylinderführung . . . . .	217

11.2	Schraubenwirkungsgrad .....	218
11.2.1	Flachgewinde .....	218
11.2.2	Spitz- und Trapezgewinde .....	219
<b>B12</b>	<b>Drehleistung</b>	<b>222</b>
12.1	Rotationsbewegung .....	222
12.2	Drehzahl und Umfangsgeschwindigkeit .....	223
12.3	Berechnung der Drehleistung bei gleichförmiger Drehbewegung .....	224
	• Berechnung der Drehleistung aus Drehmoment und Drehzahl .....	225
<b>B13</b>	<b>Rotationskinematik</b>	<b>227</b>
13.1	Bewegungszustände der Rotation .....	227
13.1.1	Die gleichförmige Drehbewegung .....	227
	• Winkelgeschwindigkeit .....	227
	• Die Umfangsgeschwindigkeit als Funktion der Winkelgeschwindigkeit .....	228
	• Die Drehleistung als Funktion der Winkelgeschwindigkeit .....	228
	• Der Drehwinkel bei gleichförmiger Rotation .....	228
13.1.2	Die gleichmäßig beschleunigte oder verzögerte Drehbewegung .....	229
	• Die Winkelbeschleunigung .....	229
13.2	Analogien zwischen Translation und Rotation .....	230
<b>B14</b>	<b>Rotationsdynamik</b>	<b>234</b>
14.1	Die Fliehkraft .....	234
	• Berechnung der Fliehkraft .....	234
14.2	Coriolisbeschleunigung und Corioliskraft .....	237
<b>B15</b>	<b>Kinetische Energie rotierender Körper</b>	<b>240</b>
15.1	Rotationsenergie als kinetische Energie .....	240
15.2	Das Trägheitsmoment .....	241
15.2.1	Das Trägheitsmoment einer Punktmasse .....	241
15.2.2	Das Trägheitsmoment einfacher Körper .....	242
	• Trägheitsmomente weiterer wichtiger Körper .....	243
15.2.3	Trägheitsmomente zusammengesetzter Körper .....	244
	• Verschiebungssatz von Steiner .....	245
15.2.4	Reduzierte Masse .....	246
15.2.5	Der Trägheitsradius .....	247
15.3	Dynamisches Grundgesetz der Drehbewegung .....	248
15.4	Dreharbeit in Abhängigkeit von Drehmoment und Drehwinkel .....	249
15.5	Drehimpuls und Drehstoß .....	250
	• Die Drehimpuserhaltung (Drallerhaltung) .....	250
<b>B16</b>	<b>Übersetzungsverhältnis beim Riementrieb</b>	<b>253</b>
16.1	Einfacher Riementrieb .....	253
16.2	Doppelter Riementrieb und Mehrfachriementrieb .....	255
<b>B17</b>	<b>Übersetzungen beim Zahntrieb und in Getrieben</b>	<b>256</b>
17.1	Einfacher Zahntrieb .....	256
17.2	Mehrfachzahntrieb .....	256
	• Die Bedeutung des Zwischenrades .....	257

173	Drehzahlen bei gestuften Schaltgetrieben .....	258
174	Drehzahlen bei stufenlosen Antrieben .....	259
175	Getriebewirkungsgrad in Abhängigkeit von Drehmoment und Übersetzungsverhältnis .....	259
<b>B18 Kurbeltrieb</b>		<b>261</b>
18.1	Die Schubkurbel .....	261
18.1.1	Der Kolbenweg .....	261
	• Näherungsgleichung zur Berechnung des Kolbenweges .....	262
18.1.2	Die Kolbengeschwindigkeit .....	262
18.1.3	Die Kolbenbeschleunigung .....	262
18.2	Die Kurbelschleife .....	262
<b>C FESTIGKEITSLEHRE</b>		
<b>C1 Aufgabe der Festigkeitslehre</b>		<b>267</b>
1.1	Die drei Hauptaufgaben der Festigkeitslehre .....	267
1.1.1	Ermittlung der Bauteilabmessungen .....	267
1.1.2	Ermittlung der übertragbaren Kräfte und Momente .....	267
1.1.3	Werkstoffwahl .....	267
1.2	Der idealisierte Körper .....	268
1.3	Gültigkeitsbereich der elementaren Festigkeitslehre .....	268
<b>C2 Spannung und Beanspruchung</b>		<b>269</b>
2.1	Äußere Kraft und die Beanspruchung durch innere Kräfte .....	269
2.2	Das Schneiden des Bauteiles zur Ermittlung der inneren Kraft und des inneren Moments... ..	269
2.3	Begriff und Ermittlung der Spannung .....	270
2.3.1	Normalspannungen .....	270
2.3.2	Schubspannungen .....	271
2.4	Elementarbeanspruchungen an stabförmigen Körpern .....	271
2.5	Zusammengesetzte Beanspruchungen .....	272
<b>C3 Beanspruchung auf Zug oder Druck</b>		<b>273</b>
3.1	Die statische Beanspruchung .....	273
3.2	Beanspruchung auf Zug .....	273
3.2.1	Begriff der zulässigen Spannung .....	274
3.3	Beanspruchung auf Druck und gefährdeter Querschnitt .....	275
3.4	Beispiele für das Erkennen des gefährdeten Querschnitts .....	276
3.4.1	Ketten .....	276
3.4.2	Die Reißlänge .....	277
3.4.3	Auf Zug und Druck beanspruchte Schrauben .....	278
<b>C4 Flächenpressung und Lochleibung</b>		<b>281</b>
4.1	Flächenpressung an ebenen Flächen .....	281
4.2	Flächenpressung an geneigten ebenen Flächen .....	281
4.3	Flächenpressung bei Gewinden .....	283
4.4	Flächenpressung an gewölbten Flächen und Lochleibung .....	284
4.5	Einflussgrößen auf die zulässige Flächenpressung .....	286

<b>C5</b>	<b>Beanspruchung auf Abscherung</b>	<b>288</b>
<b>C6</b>	<b>Das Hookesche Gesetz für Zug und Druck</b>	<b>292</b>
6.1	Die Kraft als Ursache von Verformungen	292
6.2	Arten der Formänderung eines Körpers	292
6.2.1	Die elastische Verformung	293
6.2.2	Die plastische Verformung	293
6.3	Das Gesetz von Hooke	294
6.4	Die Messung von Kräften	295
6.4.1	Kraftmessung aufgrund der beschleunigenden Wirkung	295
6.4.2	Kraftmessung aufgrund der verformenden Wirkung	295
6.5	Hookesches Gesetz und Bauteildimensionierung	296
6.5.1	Dehnung und Verlängerung	296
6.5.2	Zusammenhang zwischen Dehnung und Spannung	297
<b>C7</b>	<b>Querkontraktion</b>	<b>301</b>
7.1	Definition der Querkontraktion	301
7.2	Zusammenhang zwischen Längsdehnung und Querdehnung	301
<b>C8</b>	<b>Belastungsgrenzen</b>	<b>303</b>
8.1	Spannungs-Dehnungs-Diagramm	303
8.2	Die Grenzspannungen im $\sigma, \varepsilon$ -Diagramm	304
8.3	Die drei verschiedenen Belastungsfälle	304
8.3.1	Belastungsfall I	304
8.3.2	Belastungsfall II	305
8.3.3	Belastungsfall III	305
8.4	Einfacher Sicherheitsbegriff und zulässige Spannungen	306
8.4.1	Die zulässige Spannung bei statischer Beanspruchung	306
8.4.2	Das Festlegen der Sicherheitszahl $\nu$ und Angaben über zulässige Spannungen	306
8.4.3	Einige wichtige Zusammenhänge zwischen verschiedenen Spannungen	307
<b>C9</b>	<b>Wärmespannung und Formänderungsarbeit</b>	<b>310</b>
9.1	Wärmespannung	310
9.1.1	Einfluss der Temperatur auf das Werkstoffverhalten	310
9.1.2	Wärmedehnung metallischer Werkstoffe	310
9.2	Formänderungsarbeit	312
<b>C10</b>	<b>Verformung bei Scherung und Flächenpressung</b>	<b>314</b>
10.1	Das Hookesche Gesetz für Scherbeanspruchung (Schub)	314
10.2	Die Hertzschen Gleichungen	315
10.2.1	Pressung zwischen zwei Zylindern (Linienpressung)	315
10.2.2	Pressung zwischen zwei Kugeln (Punktpressung)	316
<b>C11</b>	<b>Auf Biegung beanspruchte Bauteile</b>	<b>319</b>
11.1	Beanspruchungen, die oftmals in Verbindung mit der Biegung auftreten	319
11.2	Der Träger	319
11.2.1	Lagerung der Träger	320
11.2.2	Trägerbezeichnungen	320
	• Trägerbezeichnungen nach der Trägerlagerung	320
	• Trägerbezeichnungen nach der Bauart	321
11.2.3	Trägerbelastungen und Belastungssymbole	321
11.2.4	Der statisch bestimmte oder statisch unbestimmte Träger	321

<b>C12</b>	<b>Die Biegebeanspruchung</b>	<b>323</b>
12.1	Abhängigkeit der Biegespannung vom Biegemoment	323
12.2	Abhängigkeit der Biegespannung von Form und Lage der Querschnittsfläche	324
12.3	Innere Kräfte und innere Momente bei Biegebeanspruchung	324
12.4	Vorzeichenregeln für Biegemomente und Querkräfte	325
12.4.1	Biegemomente	325
12.4.2	Querkräfte	325
12.5	Verteilung und Berechnung der Biegespannung	325
12.6	Zulässige Biegespannungen	327
12.7	Bedingungen für die Gültigkeit der Biegehauptgleichung	329
<b>C13</b>	<b>Rechnerische Ermittlung von Trägheits- und Widerstandsmomenten</b>	<b>332</b>
13.1	Äquatoriales Trägheitsmoment	332
13.2	Der Verschiebungssatz von Steiner	332
13.3	Trägheitsmomente und Widerstandsmomente einiger technischer Querschnitte	336
	• Rechteckquerschnitt	336
	• Kreisquerschnitt	336
	• Dreieckquerschnitt	336
13.4	Trägheits- und Widerstandsmomente zusammengesetzter Flächen	336
<b>C14</b>	<b>Schiefe Biegung</b>	<b>343</b>
14.1	Hauptachsen im biegebeanspruchten Querschnitt	343
14.1.1	Ermittlung der Hauptachsen und der Hauptträgheitsmomente	344
	• Rechnerische Ermittlung der Hauptträgheitsmomente	344
	• Zeichnerische Ermittlung der Hauptträgheitsmomente	346
14.2	Ermittlung der Biegespannung	347
14.2.1	Lastebene liegt in einer der Hauptachsen (einachsige Biegung)	347
14.2.2	Die Biegespannung bei zweiachsiger Biegung	348
	• Biegespannungen in symmetrischen Querschnitten	348
	• Biegespannungen in unsymmetrischen Querschnitten	349
<b>C15</b>	<b>Biegemomenten- und Querkraftverlauf beim Freitragler</b>	<b>352</b>
15.1	Freitragler mit Einzellasten	352
15.2	Freitragler mit gleichmäßig verteilter Streckenlast	356
15.3	Freitragler mit gemischter Belastung	358
<b>C16</b>	<b>Biegemomenten- und Querkraftverlauf beim Träger auf zwei Stützen</b>	<b>361</b>
16.1	Stützträger mit Einzellasten	361
16.2	Träger auf zwei Stützen mit vielen gleich großen Einzellasten	362
16.3	Träger auf zwei Stützen mit gleichmäßig verteilter Streckenlast	363
16.4	Träger auf zwei Stützen mit Mischbelastung	365
<b>C17</b>	<b>Träger gleicher Biegespannung</b>	<b>368</b>
17.1	Der Gedanke der wirtschaftlichen Konstruktion	368
17.2	Berechnung von Trägern gleicher Biegefestigkeit	368
17.2.1	Freitragler mit einer Einzellast am Trägerende	368
	• Rechteckquerschnitt mit konstanter Höhe und veränderlicher Breite	369
	• Rechteckquerschnitt mit konstanter Breite und veränderlicher Höhe	369

<b>C18</b>	<b>Verformung bei Biegebeanspruchung</b>	<b>372</b>
18.1	Die Verformung im elastischen Bereich	372
18.2	Der Krümmungsradius der Biegelinie	372
18.3	Berechnung der Durchbiegung und des Neigungswinkels	373
18.3.1	Freiträger mit einer Einzellast am Trägerende	373
18.3.2	Träger auf zwei Stützen mit einer Einzellast in Trägermitte	373
18.3.3	Freiträger mit Streckenlast	374
18.4	Resultierende Durchbiegung	374
18.4.1	Resultierende Durchbiegung bei einachsiger Biegung	374
18.4.2	Resultierende Durchbiegung bei schiefer Biegung	375
<b>C19</b>	<b>Torsionsbeanspruchung</b>	<b>378</b>
19.1	Drehmoment als Ursache der Torsion	378
19.2	Ermittlung des Torsionsmomentes	378
19.3	Berechnung der Torsionsspannung	379
19.3.1	Polares Widerstandsmoment für den Kreisquerschnitt	380
19.3.2	Polares Widerstandsmoment für den Kreisringquerschnitt	380
<b>C20</b>	<b>Verformung bei Torsion</b>	<b>384</b>
20.1	Analogie zwischen Zug und Torsion	384
20.2	Zusammenhang zwischen Elastizitätsmodul und Gleitmodul	384
20.3	Größe des Verdrehwinkels (Torsionswinkel)	385
<b>C21</b>	<b>Knickfestigkeit</b>	<b>388</b>
21.1	Unterscheidung von Druckbeanspruchung und Knickbeanspruchung	388
21.2	Schlankheitsgrad und Einspannungsfälle	388
<b>C22</b>	<b>Knickspannung</b>	<b>390</b>
22.1	Definition der Knickspannung	390
22.2	Ermittlung der Knickkraft bei elastischer Knickung	390
<b>C23</b>	<b>Unelastische Knickung (Tetmajerknickung)</b>	<b>392</b>
23.1	Grenzschlankheitsgrad	392
23.2	Knickspannung bei unelastischer Knickung	392
<b>C24</b>	<b>Knickstäbe im Stahlbau</b>	<b>396</b>
24.1	Normenwerk	396
24.2	Besonderheiten bei der Verwendung von Formelzeichen und Nebenzeichen	396
24.3	Arten der Knickung gemäß DIN 18800	396
24.4	Tragsicherheitsnachweis mit dem Kappa-Verfahren ( $\kappa$ -Verfahren)	397
<b>C25</b>	<b>Beanspruchung auf Biegung und Zug oder Druck</b>	<b>398</b>
<b>C26</b>	<b>Beanspruchung auf Zug und Schub, Druck und Schub, Biegung und Schub</b>	<b>402</b>
<b>C27</b>	<b>Beanspruchung auf Biegung und Torsion</b>	<b>404</b>
<b>C28</b>	<b>Dauerfestigkeit, Schwellfestigkeit, Wechselfestigkeit</b>	<b>407</b>
28.1	Dauerstandfestigkeit	407
28.2	Schwellfestigkeit	407
28.3	Wechselfestigkeit	407

<b>C29</b>	<b>Ermittlung der Dauerfestigkeit</b>	<b>409</b>
29.1	Gewalt- und Dauerbruch .....	409
29.2	Ermittlung von Schwell- und Wechselfestigkeit .....	409
29.3	Konstruktion des Dauerfestigkeitsschaubildes .....	411
29.4	Zulässige Spannungen, erweiterter Sicherheitsbegriff .....	413
<b>C30</b>	<b>Gestaltfestigkeit</b>	<b>414</b>
30.1	Dauerfestigkeit und Bauteilgröße .....	414
30.2	Dauerfestigkeit und Bauteiloberfläche .....	414
30.3	Dauerfestigkeit und Bauteilform .....	414
30.3.1	Kerbwirkung .....	414
30.3.2	Berechnung der Kerbwirkung .....	415
30.4	Gestaltfestigkeit in Abhängigkeit von Bauteilgröße, Bauteilform und Bauteiloberfläche .....	416
<b>C31</b>	<b>Experimentelle Spannungsanalyse</b>	<b>419</b>
31.1	Messung von Spannungen am fertigen Bauteil .....	419
31.2	Spannungsanalyse mittels Dehnungsmessstreifen .....	419
31.3	Spannungsanalyse mittels Spannungsoptik .....	420
31.4	Spannungsanalyse mittels Finite-Elemente-Methode .....	421
<b>Lösungsgänge und Lösungen zu den Übungsaufgaben</b>		<b>453</b>
<b>Ergebnisse der Vertiefungsaufgaben</b>		<b>491</b>
<b>Sachwortverzeichnis</b>		<b>511</b>
<b>Griechisches Alphabet</b>		<b>520</b>
<b>Römische Ziffern</b>		<b>520</b>



# STATIK



# A Statik

## A1 Die Verknüpfung von Physik und Technik

### 1.1 Bedeutung der klassischen Physik für die Technik

Während sich die **moderne Physik** (Bild 1) mit der Erforschung kleinster Strukturen, z. B. dem Atomkern sowie größter Strukturen, z. B. der **Ausdehnung des Weltalls** befasst, ist das Betätigungsfeld der **klassischen Physik** im Bereich der üblichen Technik, z. B. im **Stahlbau** (→ Bild 1/9) angesiedelt.



**Atomkraftwerk (AKW) Kornwestheim**  
als Beispiel für die Anwendung der Atomphysik

© BildPix.de – Fotolia.com

Die Gesetze der **klassischen Physik** bilden eine Grundlage der Maschinen- und Anlagentechnik sowie der Bautechnik und der allgemeinen Elektrotechnik.

Die im Bereich der klassischen Physik erforschten Gesetzmäßigkeiten sind auf viele andere Wissenschaften übertragbar und dort anwendbar. So ergibt sich z. B. ein hoher Nutzungsgrad in den **Ingenieurwissenschaften** und damit in der Maschinen- und Anlagentechnik.

#### • Zweige und Entwicklungszeiträume der klassischen Physik

**Tabelle 1** sagt etwas über die Entwicklung der klassischen Physik aus. Es ist zu erkennen, dass sich die Physik in einer Art „Hauptströmung der Wissenschaft“ von Periode zu Periode weiterentwickelt hat, wodurch den Ingenieurwissenschaften die wissenschaftliche Basis zugewachsen ist.

Tabelle 1: Teilgebiete der klassischen Physik	
Zweig	Entwicklungszeitraum
Mechanik der festen Körper	seit Altertum, 16. Jahrhundert
Mechanik der Flüssigkeiten und Gase (Fluidmechanik)	seit Altertum, 17. Jahrhundert
Optik	seit Altertum, 17. Jahrhundert
Akustik	seit Altertum, 18. Jahrhundert
Schwingungs- und Wellenlehre	19. und 20. Jahrhundert
Wärmelehre (Thermodynamik)	19. und 20. Jahrhundert
Elektrizitätslehre	19. und 20. Jahrhundert

Dadurch, dass also mit Hilfe **physikalischer Gesetze** die meisten **technischen Problemlösungen** erfolgen, und zwar mit **Berechnungsgleichungen**, die oftmals auf spezielle technische Aufgabenstellungen zugeschnitten sind, verwendet man in diesem Sinne häufig den Begriff **Technische Physik**.

In Analogie zu dieser Betrachtungsweise verhält man sich auch in anderen Wissenschaften. So kennt man z. B. die **Technische Chemie** oder die **Chemietechnik** und es sind auch Wortzusammensetzungen wie etwa **Technische Optik** oder **Technische Akustik** üblich.

## 1.2 Bedeutung der „Mechanik der festen Körper“ für technische Problemlösungen

Aus **Tabelle 1/3** ist zu ersehen, dass die „**Mechanik der festen Körper**“ das älteste **Teilgebiet der Physik** darstellt. Insbesondere in der Maschinen- und Anlagentechnik sowie in der Bautechnik spielt dieses Teilgebiet der Physik eine wichtige Rolle und wird deshalb in aller Regel bei den technischen Studien als gesondertes Fach gelehrt.

Dabei ist immer das Augenmerk auf technische Problemlösungen gerichtet, wodurch sich im Sinne der technischen Physik der Begriff **Technische Mechanik** herausgebildet hat. Die Technische Mechanik ist somit ein Teil der Technischen Physik.

Die von der Technischen Mechanik bereitgestellten Regeln und Gesetze ermöglichen es dem Konstrukteur, verbindliche Aussagen über die **erforderlichen Abmessungen** von Bauteilen der von ihm konstruierten Maschinen, Anlagen oder Bauwerke zu machen.

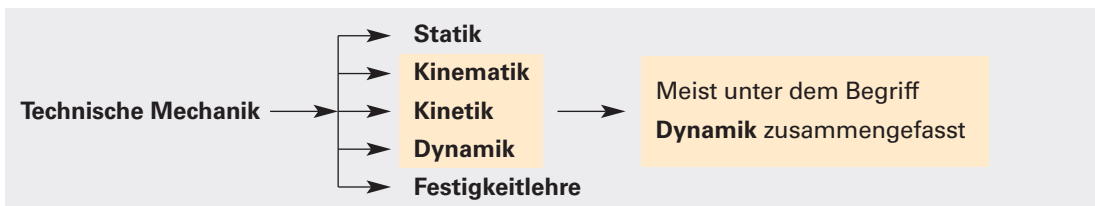
In enger Verbindung mit diesen Überlegungen steht auch immer die gezielte Auswahl der „richtigen **Werkstoffe**“ (→ **Bild 1/8**).

### • Teilgebiete der Technischen Mechanik

Möchte man erschöpfende Aussagen über die erforderlichen **Bauteilabmessungen** sowie die Ursache und Form von **Bewegungsabläufen** dieser Bauteile, d. h. der festen Körper machen, stellt man sehr schnell fest, dass dies infolge vieler Einflussparameter keine leichte Aufgabe ist. Um dennoch zu Problemlösungen zu kommen, oder wenn es in einer konkreten Aufgabe um Aussagen über Teilprobleme geht, ist es angebracht, nur einige Einflussparameter oder diese zeitlich hintereinander zu betrachten. In diesem Zusammenhang sei an eine von dem französischen Physiker René **Descartes** (1596 bis 1650) formulierte Arbeitsregel erinnert, die der Verfasser dieses Buches als Motto vor das Vorwort gesetzt hat und die wie folgt lautet:

Man teile jede einzelne der Schwierigkeiten, die man bewältigen will, in so viele Teile wie möglich, und so müsste es möglich sein, sie zu lösen.

Entsprechend dieser Regel haben sich im Laufe der Zeit **Teilgebiete der Technischen Mechanik** entwickelt, die verschiedene Einflussparameter, so z. B. die auf einen Körper wirkende **Kraft** oder die **Verformung** des Körpers, die durch diese Kraft hervorgerufen wird, ein- bzw. ausschließen. Man unterscheidet wie folgt:



### • Statik

**Bild 1** zeigt die schematische Darstellung eines Scherenkranes. Es ist zu erkennen, dass die **Gewichtskraft**  $F_G$  (Last) in den Stäben a und b Kräfte (→ **A2**) verursacht, die die Stäbe als **Zugkraft** ( $F_a$ ) bzw. als **Druckkraft** ( $F_b$ ) beanspruchen.

Wenn es ausschließlich darum geht, diese Kräfte zu ermitteln, ist es entsprechend dieser Aufgabenstellung völlig uninteressant, z. B. Aussagen über den beim Heben zurückgelegten Weg zu machen.

