Aus dem Programm

Technische Mechanik

Lehr- und Lernsystem

Mechanik und Festigkeitslehre, von A. Böge

Lehrbuch
Aufgabensammlung
Lösungen zur Aufgabensammlung
Formeln und Tabellen

Mechanik, von K.-A. Reckling

Band 1 Grundbegriffe — Kinematik — Statik
Band 2 Festigkeitslehre
Band 3 Kinetik und Schwingungslehre

Elemente der Mechanik, von T. Lehmann

Band 1 Einführung
Band 2 Elastostatik
Band 3 Kinetik

Übungsaufgaben aus der Technischen Mechanik, von H. Göldner

Beispiele und Aufgaben zur Technischen Strömungslehre, von L. Böswirth und O. Schüller

Getriebetechnik — Leitfaden, von J. Volmer

Klaus Agne
Friedrich Simon

Beispiele zur Technischen Mechanik

für Studierende der
Feinwerktechnik und Elektronik

Mit 267 Bildern

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Prof. Dipl.-Ing. *Klaus Agne* und Prof. Dipl.-Ing. *Friedrich Simon* sind Dozenten an der Fachhochschule Furtwangen.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Agne, Klaus:

Beispiele zur technischen Mechanik für Studierende der Feinwerktechnik und Elektronik / Klaus Agne; Friedrich Simon. – Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1979.

ISBN 978-3-528-04078-9

NE: Simon, Friedrich:

Alle Rechte vorbehalten

© Springer Fachmedien Wiesbaden, 1979

Ursprünglich erschienen bei Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig in 1979

Die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder, auch für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, gestattet das Urheberrecht nur, wenn sie mit dem Verlag vorher vereinbart wurden. Im Einzelfall muß über die Zahlung einer Gebühr für die Nutzung fremden geistigen Eigentums entschieden werden. Das gilt für die Vervielfältigung durch alle Verfahren einschließlich Speicherung und jede Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien.

Aus didaktischen Gründen ist die Mehrzahl der abgebildeten Geräte maßstäblich gezeichnet. Sofern einige dieser Konstruktionen patentrechtlich geschützt sind, bedeutet deren Wiedergabe nicht, daß sie ohne weiteres gewerblich genutzt werden dürfen.

Umschlaggestaltung: Hanswerner Klein, Leverkusen

Satz: Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

ISBN 978-3-528-04078-9

ISBN 978-3-663-14214-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-663-14214-0

Vorwort

Trotz der verhältnismäßig einfachen, leicht überschaubaren Lehren der Technischen Mechanik zeigt die Erfahrung, daß gerade die Lösung konkreter Probleme aus der Ingenieurpraxis oft erhebliche Schwierigkeiten macht. *Ein* Grund dafür scheint uns darin zu liegen, daß in der Lehre vielfach die Beispiele in vereinfachter, abstrakter Form dargeboten werden, wodurch eine wesentliche Schwierigkeit bereits ausgeräumt ist. Wirkliche technische Gebilde sind aber in der Regel kompliziert, und der Studierende muß am Beispiel lernen, selbst den Abstraktionsvorgang zu vollziehen.

Daraus folgt erstens, daß den Beispielen konkrete technische Produkte zugrunde zu legen sind, in einer Darstellung, wie sie dem Ingenieur auch in der Praxis begegnet.

Zweitens sind die Gegenstände vorzugsweise demjenigen Bereich technischer Erzeugnisse zu entnehmen, welcher der Fachrichtung des Studierenden entspricht, falls man ihn von der Notwendigkeit der Technischen Mechanik überzeugen will. Da die vorliegenden Beispiele hauptsächlich für das Studium der Feinwerktechnik vorgesehen sind, wird man Fachwerke, Gerberträger, Knickstäbe und dergleichen in diesem Buch vergeblich suchen; dennoch können auch Studierende des Maschinenbaus Nutzen daraus ziehen.

Drittens schien es uns erforderlich, nicht nur die Zahlenwerte der Lösungen anzugeben, sondern das methodische Vorgehen zu zeigen und gründlich ausgearbeitete Lösungswege zu bieten. Was nutzt schließlich die Kenntnis der Resultate, wenn man den Weg dahin nicht findet? Bei vorgegebenem Umfang des Buches wird dadurch freilich die Anzahl der Beispiele verringert.

Es lag nicht in unserer Absicht, den zahlreichen Aufgabensammlungen eine weitere hinzuzufügen; vielmehr wollen wir durch ausführlich dargestellte Beispiele belehren. Deshalb finden sich in diesem Buch auch Probleme, die der Studierende noch nicht aus eigener Kraft meistern kann; sie sollen dazu beitragen, seine vorhandenen Kenntnisse zu vertiefen. Viele Beispiele sind jedoch so einfach, daß der Studierende nach Lesen der Problemstellung selbst in der Lage sein wird, das richtige Ergebnis zu finden.

Innerhalb der einzelnen Sachgebiete sind die Beispiele ungefähr nach steigendem Schwierigkeitsgrad geordnet. Dem Leser wird empfohlen, beim Durcharbeiten dieses Buches Bleistift, Papier und Taschenrechner zu benutzen, um unterdrückte Zwischenrechnungen durchführen und die angegebenen Resultate überprüfen zu können. Sofern in Einzelfällen die dargestellten Objekte nicht bemaßt sind, können für graphische Verfahren die Abmessungen den maßstäblich gezeichneten Bildern entnommen werden.

Zahlenrechnungen sind ausnahmslos mit den neuen, gesetzlichen Einheiten durchgeführt. Die Bezeichnung der physikalischen Größen erfolgte, von wenigen Sonderfällen abgesehen, nach den derzeitigen Empfehlungen des Deutschen Normenausschusses.

Alle vorgelegten Mechanik-Beispiele wurden von den Autoren erdacht; wegen der gewünschten Praxisbezogenheit in Anlehnung an feinwerktechnische Erzeugnisse; vereinzelt auch angeregt durch Veröffentlichungen in Fachzeitschriften.

Da dieses Buch auf kein bestimmtes Lehrbuch zugeschnitten ist, haben wir uns nicht um uniforme Darstellung bemüht. Für Problemstellung und Lösung zeichnet der jeweilige Autor (A) bzw. (S) verantwortlich.

Die Verfasser hoffen, einen einigermaßen repräsentativen Querschnitt der Technischen Mechanik für den angesprochenen Benutzerkreis geboten und gezeigt zu haben, daß Technische Mechanik auch heute noch eine nützliche Wissenschaft mit großer praktischer Bedeutung ist.

Das Buch wendet sich in erster Linie an die Studierenden der Fachhochschulen.

Dem Verlag danken wir für die verständnisvolle Zusammenarbeit.

Klaus Agne und Friedrich Simon

Furtwangen, August 1978

Inhaltsverzeichnis

1 Statik (einschließlich Reibung)	1
1.1 Wellenlagerung mit Kleinkugellagern	1
1.2 Kontrollvorrichtung für Bandspannung	2
1.3 Einstellgetriebe für ein Rundfunkgerät	4
1.4 Fußluftpumpe	5
1.5 Briefwaagenskala	6
1.6 Scherenstromabnehmer einer Modelleisenbahn	8
1.7 Geradföhrung für einen Linienschreiber	9
1.8 Schaltschloß eines Sicherungsautomaten	10
1.9 Antriebssystem eines Tonbandgerätes	12
1.10 Synchronmotor mit Stirnradgetriebe	13
1.11 Gewichtskraftausgleich an einem Vergrößerungsgerät	15
1.12 Stirnradplanetengetriebe	17
1.13 Stirnradplanetengetriebe mit Stufenplaneten	18
1.14 Fadengergetriebe einer Nähmaschine	20
1.15 Exzentergetriebe mit geradegeföhrtem Stößel	24
1.16 Garagentor	25
1.17 Mikroschalter	27
1.18 Fotostativ	30
1.19 Drehmomentmessung an einem Elektromotor	32
1.20 Kurvengetriebe	33
1.21 Drehmagnet	34
1.22 Massenmittelpunkt eines Drehpendels	37
1.23 Massenmittelpunkt einer Schubstange	38
1.24 Ausgleichsstück für Tachometerzeiger	39
1.25 Ermittlung einer Zeigerabmessung für indifferentes Gleichgewicht	41
1.26 Massenmittelpunkt eines Fliehsegmentes	42
1.27 Wickeltellerbremse eines Tonbandgerätes	44
1.28 Reibradgetriebe	45
1.29 Klemmrollenfreilauf	47
1.30 Antiskatingmoment an einem Tonarm	48
1.31 Reibradgetriebe mit schwenkbarem Antriebsmotor	50
1.32 Objektklemme eines Mikroskops	52
1.33 Schraubzwinge	53
1.34 Zeiger-Rückstellmechanismus einer Großstoppuhr	56
1.35 Rollensößel	57
1.36 Gleichstrom-Betätigungsmagnet	59
1.37 Reibungsmoment in einem Kunststofflager	61
1.38 Keilnutlager	65

1.39	Spannexzenter	67
1.40	Wippe eines Langdrehautomaten	69
1.41	Fühlhebel-Backenbremse eines Magnetophons	70
1.42	Werkzeugträger eines Langdrehautomaten	72
1.43	Seilbremse eines Tonbandgerätes	75
2	Elastizitäts- und Festigkeitslehre	76
2.1	Modell einer Schraubenverbindung	76
2.2	Druckbehälter einer Spraydose	78
2.3	Scherkraft beim Ausschneiden eines Zahnradkörpers	81
2.4	Kontaktfeder eines Kühlwasser-Fernthermometers	82
2.5	Umlaufbiegemaschine	83
2.6	Vergleich zweier Trägerquerschnitte	84
2.7	Durchbiegung eines Bleches mit und ohne Sicke	85
2.8	Schutzrohrkontakt	87
2.9	Meßfeder eines Stabfeder-Indikators	88
2.10	Stoßrad eines Schnelldruckers	89
2.11	Berechnung des Elastizitätsmoduls aus einem Biegeversuch	92
2.12	Statisch unbestimmte Wellenlagerung	93
2.13	Biegefeder für einen Nadeldrucker	94
2.14	Kreuzfedergelenk	96
2.15	Kontaktfedersätze elektrischer Relais	98
2.16	Ersatz einer Vollwelle durch ein Rohr	100
2.17	Beanspruchungsarten einer Schraubenfeder	101
2.18	Drehmomentmessung mit Dehnmeßstreifen	102
2.19	Spannungen in einem Waagebalkenquerschnitt	103
2.20	Kraftmessung mit Dehnmeßstreifen	104
2.21	Berührungsspannungen bei einem Klemmrollenfreilauf	106
2.22	Dauerfestigkeit einer Biegefeder	106
3	Kinematik	108
3.1	Überholvorgang zweier Fahrzeuge	108
3.2	Gleichmäßige und mittlere Bahnbeschleunigung	109
3.3	Ellipsenzirkel	110
3.4	Koordinatograph	112
3.5	Papiervorschub eines Schnelldruckers	113
3.6	Umlaufrädergetriebe	115
3.7	Kreiskolbenmotor	117
3.8	Kreuzschleifengetriebe	119
3.9	Malteserkreuzgetriebe	121

3.10	Mehrstufiges Stirnradgetriebe	123
3.11	Reibradgetriebe mit sich schneidenden Achsen	124
3.12	Einstellgetriebe für einen Drehkondensator	125
3.13	Winkelgeschwindigkeitsvektoren an einem Umlaufrädergetriebe	127
3.14	Kardangeln	129
3.15	Ermittlung des Kegelwinkels an einstellbarem Kugellager	130
3.16	Überlagerungsetriebe	131
3.17	Rundlauffehler bei einem Reibradgetriebe	133
3.18	Verstellgetriebe für umlaufenden Schlitten	134
3.19	Bildschieber eines Kleinprojektors	136
3.20	Kurvengetriebe	138

4 Kinetik 142

4.1	Bremsvorgang bei einem Kraftfahrzeug	142
4.2	Rakete	143
4.3	Rückführbewegung durch Federspannkraft	145
4.4	Kurvengetriebe mit geradegeführten Stößel	148
4.5	Fliehkraftbremse	151
4.6	Nummernschalter	152
4.7	Fehler in der Herleitung eines Massenträgheitsmomentes	154
4.8	Massenträgheitsmoment des Rotors einer Automatik-Uhr	156
4.9	Experimentelle Bestimmung eines Massenträgheitsmomentes	157
4.10	Auswuchten eines Rotors	160
4.11	Pendel eines Pendelschlagwerks	162
4.12	Antriebssystem eines Nähautomaten	164
4.13	Ermittlung der Lagerreibung eines Kreisel durch Auslaufversuch	167
4.14	Schleuderdrehzahl bei einer Indikatortrommel	169
4.15	Anlaufverhalten eines Gleichstrommotors	170
4.16	Drehpendel-Drehzahlmesser	173
4.17	Ringpendel-Drehzahlmesser	175
4.18	Beschleunigungsmesser für ein Kraftfahrzeug	177
4.19	Messung kleiner Geschwindigkeiten mittels Kreisel	180
4.20	Umspulbetrieb eines Tonbandgerätes	181
4.21	Automatik-Sicherheitsgurt	185
4.22	Rückführbewegung durch Federspannkraft	189
4.23	Auftreffgeschwindigkeit der Hammerfinne beim Kerbschlagbiegeversuch	190
4.24	Experimentelle Ermittlung des Massenträgheitsmoments eines Kreisels	191
4.25	Schaltvorgang einer Reibungskupplung	192

4.26	Arbeits- und Leistungsbilanz für einen Kupplungsvorgang	194
4.27	Mechanischer Leistungsverlust infolge Bürstenreibung	196
4.28	Kriterien für Kupplungsbemessung	196
4.29	Leistungs- und Drehmomentkennlinien	197
4.30	Scheren-Hubtisch	198
4.31	Ausgleichskörper für ein Reißbrett	200
4.32	Gleichstrom-Betätigungsmagnet	202
4.33	Vergleich der Anlaufzeiten zweier Stirnradgetriebe	204
4.34	Reduziertes Massenträgheitsmoment eines Reibradgetriebes	206
4.35	Anlaufverhalten eines Reibradgetriebes	209
4.36	Reduziertes Massenträgheitsmoment eines Schraubgetriebes	211
4.37	Anlaufvorgang einer Filmkamera	214
4.38	Drehzahlabfall eines Elektromotors bei Belastung	217
4.39	Stoß auf ein Dreibackenfutter	220
4.40	Druckwerk eines Schnelldruckers	222