

Lehrbuch der Technischen Mechanik

für Ingenieure und Studierende

Zum Gebrauche bei Vorlesungen an
Technischen Hochschulen und
zum Selbststudium

von

Dr.-Ing. Theodor Pöschl

o. ö. Professor an der Deutschen
Technischen Hochschule in Prag

Mit 206 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1923

Alle Rechte, insbesondere das
der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1923
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1923
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1923

ISBN 978-3-662-40633-5 ISBN 978-3-662-41113-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-41113-1

Vorwort.

Die Mechanik nimmt im technischen Unterrichte eine Mittelstellung ein zwischen den vorbereitenden Gegenständen — Mathematik, darstellende Geometrie und Physik — und den eigentlich technischen, den verschiedenen Ausgangsfächern. Ihr Studium bereitet erfahrungsgemäß dem Anfänger gewisse Schwierigkeiten, die sich insbesondere dann einstellen, wenn der Studierende in die Lage kommt, selbständig mechanische Aufgaben von der Art, wie sie die technische Praxis stellt, lösen zu müssen. Und gerade hierbei kann sich erst erweisen, ob die Lehren der Mechanik in ihrer ganzen Bedeutung erfaßt worden sind oder nicht. Mit der Aneignung und Wiedergabe der allgemeinen Sätze ist es nicht getan; so einfach diese Sätze auch scheinen mögen, so schwierig ist es für den Anfänger, ihre Tragweite zu erfassen und sie auf die mannigfachen Fragen, die die Natur und die technische Praxis stellt, richtig anwenden zu lernen: wenn irgendwo, so gilt hier das alte Leibnizsche Wort, daß die Natur zwar einfach in ihren Prinzipien, aber unermesslich reich in deren Anwendung ist.

Zur Überwindung der hierbei auftauchenden Schwierigkeiten soll das vorliegende Buch einen Weg weisen. Es will in knapper Form unter Vermeidung alles irgend Entbehrlichen und unter fortgesetzter Bezugnahme auf die Anwendungen die einfachsten und wichtigsten Lehren der Mechanik in einem Umfange darbieten, wie sie (ungefähr) von den Studierenden unserer technischen Hochschulen verlangt werden. Auf die axiomatische Begründung des Gegenstandes ist dabei bewußt vollständig verzichtet worden. Zur weiteren Pflege der Anwendungen und zur Einübung des Lehrstoffes möchte ich hier auch auf die im gleichen Verlage erschienenen „Aufgaben aus der technischen Mechanik“ (drei Bände) von F. Wittenbauer hinweisen. Eine Übersicht über die Literatur, die eine ausführlichere Behandlung der in diesem Buche oft nur in knappen Worten gestreiften Einzelfragen enthält, ist am Schlusse zusammengestellt.

Große Sorgfalt wurde auf die genaue Formulierung der Lehrensätze und Angabe ihrer Geltungsbereiche angewendet. Um die Brücken zu den Anwendungen zu schlagen, sind vielfach, meist unter Anführung der verschiedenen auftretenden Möglichkeiten, Hinweise für den Ansatz von einfachen Aufgaben eingeschaltet worden. Ich habe mich nicht gescheut, bei solchen Angaben auch scheinbar selbstverständliche Dinge auszusprechen, wenn dadurch eine Förderung des Verständnisses für die Anwendbarkeit der entwickelten Lehren erwartet werden konnte. Was der Ingenieur von einer „Mechanik“, die ihm von Nutzen sein soll, verlangt, sind Regeln und Anweisungen,

die ihm zeigen, wie er im einzelnen Falle vorzugehen hat; mit solchen ist in diesem Buche nicht gespart worden.

In dem ganzen Buche sind ferner die rechnerischen und zeichnerischen Methoden — alle sind praktischen Bedürfnissen entsprungen — unter Angabe ihrer Anwendungsbereiche nebeneinander behandelt worden. Das Verständnis der sachlichen Gleichwertigkeit der Aussagen in beiden Darstellungsarten zu erreichen, ist eine für den Unterricht in der Mechanik wichtige Frage.

Die Bezeichnung für die heute in dieser Wissenschaft verwendeten Begriffe ist keineswegs einheitlich — die hier verwendeten sind im Einklang mit den auch sonst meist in Gebrauch stehenden und wenigstens bis zu einem gewissen Grade eingebürgerten gewählt worden.

Die Lehren der Mechanik können am einfachsten und natürlichsten in die Gesamtheit unseres Wissens eingeordnet werden, wenn man sich auf den Boden einer vernünftigen realistischen Weltansicht stellt, die im Grunde, ob ausgesprochen oder nicht, die ganze Naturwissenschaft beherrscht und besonders für die Technik als unentbehrlich bezeichnet werden darf. Trotz aller begründeten erkenntnistheoretischen Bedenken und Einwände halte ich es für ausgeschlossen, die einführende Vorlesung aus der technischen Mechanik auf Grund eines anderen Standpunktes praktisch erfolgreich zu entwickeln.

Was die Gliederung des Stoffes anlangt, so wurde insbesondere im Hinblick auf die Bedürfnisse unserer technischen Hochschulen die althergebrachte Einteilung in Statik, Kinematik und Dynamik beibehalten. Für die Auswahl und die Art der Darstellung war — unter Ausschaltung aller persönlichen Ansprüche — vorwiegend der eine Gesichtspunkt maßgebend, unserer studierenden Jugend nützlich zu sein, für die dieses Buch als Ergänzung der an der Hochschule gehörten Vorlesungen und Übungen in erster Linie bestimmt ist. Wegen des überwiegend praktischen Inhaltes wendet es sich jedoch auch an die fertigen Ingenieure, denen es für eine Reihe von Fragen, die sich mit den einfachen Mitteln der „starrten“ Mechanik lösen lassen, die hierzu notwendigen Lehrsätze und Methoden in gedrängter Kürze darbieten will.

Für die Zeichnung der Figuren nach meinen Skizzen sage ich meinem Assistenten, Herrn J. Schüller, auch an dieser Stelle meinen besten Dank. Mein Freund und Kollege Herr Prof. K. Körner in Prag hatte die Freundlichkeit, eine Korrektur zu lesen und mich mehrfach auf Verbesserungen hinzuweisen — auch ihm danke ich herzlichst für seine Mühe. Vor allem danke ich jedoch der Verlagsbuchhandlung Julius Springer für die Drucklegung und vorbildliche Ausstattung des Buches — unbeirrt durch alle Schwierigkeiten der Nachkriegszeit.

Ein weiteres Werk, das die Hydraulik nach den gleichen Gesichtspunkten behandelt, soll in möglichst kurzer Zeit folgen.

Prag, am 16. November 1922.

T. Pöschl.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

- I. Allgemeines und Grundbegriffe. 1. Bewegungen und Kräfte. 2. Aufgabe der Mechanik. 3. Einteilung der Mechanik. 4. Grundeinheiten, Dimensionen, Maßsysteme. 5. Maß der Kraft, Kilogramm. 6. Das dynamische Grundgesetz, Masse. 7. Trägheitsgesetz, Inertialsysteme. 8. Arten der Kräfte. Wechselwirkung. 9. Bemerkungen über die Beschaffenheit der Probleme der Mechanik und ihrer Behandlung. S. 1—12
- II. Vektorrechnung. 10. Skalare, Vektoren, Beiwerte. 11. Arten der Vektoren. 12. Addition und Subtraktion von Vektoren. Zerlegung. 13. Projektionssatz. 14. Multiplikation von Vektoren. Arbeits- und Momentenprodukt. 15. Momentensatz S. 12—20

Erster Teil. Statik der starren Körper.

- I. Kraftgruppe durch einen Punkt. 16. Mittelkraft und Gleichgewicht. Auflagerdruck. 17. Seileck. 18. Parabolische Kettenlinie. 19. Gemeine Kettenlinie S. 21—30
- II. Ebene Kraftgruppen. 20. Summe einer ebenen Kraftgruppe. 21. Methode des Seilecks. 22. Kraftpaar und Moment. 23. Zeichnerische Bedingungen für Gleichgewicht. 24. Mannigfaltigkeit der Seilecke für eine bestimmte Kraftgruppe. 25. Seileck durch drei Punkte. 26. Rechnerische Ermittlung der Summe. 27. Eindeutige Zerlegungsaufgaben. 28. Auflagerdrücke. Formen der Auflager. 29. Beispiele. 30. Biegemoment und Querkraft. 31. Mehrere Körper S. 30—49
- III. Ebene Fachwerke. 32. Bedingungen für die Starrheit eines Fachwerkes. Cremonaplan. 33. Einfache Fachwerke. 34. Rittersche Schnittmethode. 35. Fachwerke mit belasteten Innenknoten. 36. Zusammengesetzte Fachwerke. 37. Stabvertauschung. 38. Wackelige Fachwerke. S. 49—61
- IV. Räumliche Kraftgruppen. 39. Summe einer räumlichen Kraftgruppe. Gleichgewicht. 40. Arten der Stützungen. Beispiele. 41. Eindeutige Zerlegungsaufgaben. 42. Bemerkungen über Raumbachwerke. S. 61—68
- V. Massenmittelpunkt. 43. Mittelpunkt paralleler Kräfte. 44. Hilfsätze. 45. Mittelpunkt von Linien. 46. Mittelpunkt von Flächen. 47. Mittelpunkt von Körpern S. 68—79
- VI. Theorie der Reibung. 48. Einführung der Reibungskraft. 49. Hauptergebnisse der Versuche über Reibung. 50. Einige technische Reibungsprobleme. 51. Roll- und Rohrreibung S. 79—97

Zweiter Teil. Kinematik der starren Körper.

- I. Bewegung des Punktes. 52. Geschwindigkeit in Cartesischen Koordinaten. Geschwindigkeitsplan. 53. Beschleunigung. 54. Geradlinige Bewegung des Punktes. 54a. Fortsetzung. 55. Krummlinige Bewegung in der Ebene in Cartesischen Koordinaten. 56. Natürliche Zerlegung; Tangential- und Normalbeschleunigung. 57. Geschwindigkeit und Beschleunigung in Polarkoordinaten. Flächengeschwindigkeit. 58. Zusammenstellung. 59. Zentralbewegung. 60. Gezwungene oder geführte Bewegung des Punktes S. 98—127

II.	Ebene Bewegung. 61. Schiebung (Translation) und Drehung (Rotation). 62. Geschwindigkeitszustand der Scheibe. 63. Beschleunigungszustand der Scheibe. 64. Rechnerische Herleitung der Ergebnisse von 62 und 63. 65. Arten der zwangläufigen Führungen. 66. Polkurven. Umkehrung der Bewegung. 67. Beispiele und Anwendungen. S. 127—146
III.	Bewegung des Körpers im Raume. 68. Bewegung um einen festen Punkt. 69. Schraubenbewegung S. 146—150
IV.	Zusammensetzung von unendlich kleinen Bewegungen. 70. Zusammensetzung von Schiebungen. 71. Zusammensetzung von Drehungen. 72. Zusammensetzung von Schraubungen . . . S. 150—157
V.	Bewegung in Bezug auf ein bewegtes Bezugssystem. Relative Bewegung. 73. Kennzeichnung der Probleme. 74. Freie Relativbewegung. 75. Gezwungene Relativbewegung. 76. Die relative Bewegung von Körpern S. 157—170
Dritter Teil. Dynamik der starren Körper.	
I.	Arbeit, Leistung, Wucht. 77. Arbeit. 78. Leistung, Wirkungsgrad. 79. Die Wucht. 80. Das Prinzip der Erhaltung der Energie in der Dynamik des einzelnen Massenpunktes S. 171—179
II.	Das Prinzip der virtuellen Arbeiten. 81. Aussage des Prinzips für die Kraftgruppe durch einen Punkt. 82. Begründung des Prinzips in seiner allgemeinen Bedeutung für beliebige Körper. 83. Form des Prinzips für Gewichte als eingeprägte Kräfte. 84. Anwendungen. S. 179—186
III.	Trägheitsmomente. 85. Allgemeine Sätze über Trägheitsmomente. 86. Rechnerische Ermittlung von Trägheitsmomenten. 87. Zeichnerische Ermittlung von Trägheits- und Deviationsmomenten ebener Flächen. S. 187—198
IV.	Das Prinzip d'Alemberts. 88. Allgemeine Aussage des Prinzips. 89. Anwendungen auf die Punktdynamik S. 198—201
V.	Dynamik der ebenen Bewegung des einzelnen Körpers. 90. Bewegungsgleichungen. 91. Energieintegral. 92. Impuls und Schwung. 93. Bewegung um eine feste Achse. 94. Zwangläufige Bewegung des einzelnen Körpers S. 201—215
VI.	Zwangläufige Bewegung verbundener Systeme. Schwungradberechnung. 95. Aufgabe dieses Kapitels. 96. Die Bewegungsgleichung in der Lagrangeschen Form. 97. Die Bewegungsgleichung für Maschinen mit Schubkurbelgetriebe. 98. Die Reduktion der Massen und Kräfte. 99. Die Arbeits-Massen-Linie. 100. Dynamische Schwungradberechnung. 101. Angenäherte Schwungradberechnung. S. 215—230
VII.	Die Sätze von der Erhaltung der Bewegung des Massenmittelpunktes und von der Erhaltung des „Schwunges“. 102. Formulierung des d'Alembertschen Prinzips mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Arbeiten. 103. Der Satz von der Bewegung des Massenmittelpunktes. 104. Satz von der Erhaltung des Schwunges. S. 230—236
VIII.	Bewegung eines Körpers um einen festen Punkt. Kreisel. 105. Die Eulerschen Bewegungsgleichungen. 106. Kräftefreie Bewegung. 107. Moment der Kreiselwirkung S. 236—243
IX.	Stoß fester Körper. 108. Hilfsannahme zur Behandlung des Stoßvorganges. 109. Stoß auf freie Körper. 110. Stoß auf geführte Körper. S. 243—252
X.	Mechanische Ähnlichkeit. 111. Dimensionsbetrachtungen. 112. Beispiele und Anwendungen S. 252—257
	Literatur S. 258—259
	Namen- und Sachverzeichnis S. 260—262
	Druckfehlerverzeichnis S. 264