

Prüfungs- und Übungsaufgaben aus der Mechanik des Punktes und des starren Körpers

Von

Karl Federhofer

o. Professor an der Technischen Hochschule Graz

In drei Teilen

427 Aufgaben nebst Lösungen

Mit 539 Textabbildungen



Springer-Verlag Wien GmbH 1953

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten

ISBN 978-3-7091-2105-4 ISBN 978-3-7091-2104-7 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-7091-2104-7

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1953

Vorwort

Die Anwendung der Lehren der Mechanik auf konkrete Aufgaben bereitet den Studierenden erfahrungsgemäß zumeist beträchtliche Schwierigkeiten, die nur durch die selbständige Bearbeitung von Beispielen an Hand einer Aufgabensammlung überwunden werden können.

Das hiefür besonders geeignete Aufgabenwerk meines Lehrers und Vorgängers im Lehramte für Mechanik an der Technischen Hochschule Graz, F. Wittenbauer, das 1907 erschienen und nach dem Tode des Verfassers von Th. Pöschl in vollständig umgearbeiteter 6. Auflage 1929 herausgegeben worden ist, ist schon seit langem vergriffen.

Da das Fehlen dieses Übungsbehelfes von den Studierenden als große Erschwerung beim Studium für die vorgeschriebenen Prüfungen empfunden wird, so glaube ich die immer wieder gewünschte Herausgabe meiner im Laufe von drei Jahrzehnten entstandenen Beispielsammlung, die auch einen Teil meiner Prüfungsaufgaben umfaßt, nicht länger hinausschieben zu dürfen.

Diese Sammlung enthält vorwiegend einfache Aufgaben aus der Mechanik des Punktes und starrer Systeme nebst den Lösungen und gliedert sich in drei Teile: I. Statik, II. Kinematik und Kinetik des Massenpunktes, III. Kinematik und Kinetik starrer Systeme.

Zum Zwecke der bequemerer Benutzung der Sammlung sind diese drei Teile, die bei der ersten vor drei Jahren veröffentlichten Ausgabe in Einzelheften erschienen sind, in einem einzigen Bande zusammengefaßt. Von sämtlichen Beispielen sind die Endergebnisse angeführt, viele Beispiele sind aber auch je nach dem Schwierigkeitsgrade mit mehr oder minder ausführlichen Erläuterungen zum einzuschlagenden Lösungswege versehen.

Der erste Teil umfaßt das Stoffgebiet der analytischen und graphischen Statik mit Ausschluß von Spannungs- und Formänderungsbetrachtungen. Wenngleich die Begriffe Biegemoment, Quer- und Längskraft eines geraden oder gekrümmten Balkens erst in der Festigkeitslehre bei der Querschnittsbemessung ihre Bedeutung erlangen, sind eine Reihe von Beispielen aufgenommen, die zur Einübung in die Berechnung dieser Größen und in die Darstellung ihrer Schaulinien dienen.

Zur Erleichterung beim Entwerfen von Kräfteplänen ebener Fachwerke ist dem betreffenden Lösungsabschnitte eine knappe Zusammenstellung der dabei zweckmäßig zu beachtenden Regeln vorangestellt nebst einem Hinweis auf jene Verfahren, die bei zusammengesetzten Fachwerken und

bei besonderen Lastangriffen zur Verfügung stehen; auch die kinematische Methode ist dabei erläutert.

Zur Beurteilung der statischen Stabilität eines auf einer festen Fläche ruhenden schweren Körpers wird ein kinematisches Kriterium benutzt.

Den Lösungsabschnitten über den Ausnahmefall des ebenen Fachwerkes und über das Raumkraftsystem ist ebenfalls eine die Lösungsmethoden zusammenfassende Einleitung beigelegt.

Der Abschnitt Seilkurven enthält u. a. auch Aufgaben über die Formbestimmung von Zylinderschalen gleicher Festigkeit und über das weitgespannte Kabel.

Von den Hilfsmitteln der Vektorrechnung, der Elemente der projektiven Geometrie, der Mayor-v. Misesschen Abbildung ist stets dort Gebrauch gemacht, wo sie der Aufgabe besonders angemessen erscheinen.

Die Lösung der meisten Aufgaben des zweiten Teiles über die Bewegung eines einzelnen freien oder geführten Massenpunktes erfordert die Kenntnis der Elemente der Differential- und Integralrechnung. An einigen charakteristischen Beispielen ist die Zweckmäßigkeit der vektoriellen Lösungsmethode gezeigt.

Graphische Lösungen konnten u. a. bei den Wurfbewegungen durch Ausnutzung der Eigenschaften eines Hilfskreises vom Halbmesser $h = \frac{v_0^2}{2g}$ (h -Kreis) gewonnen werden. Im Abschnitte Zentralbewegungen werden gelegentlich auch neue Eigenschaften der Sinusspiralen nachgewiesen.

Die Lösungen zum Abschnitte Schwingungen des Massenpunktes sind so ausführlich behandelt, daß dem Leser das Aufsuchen der dabei benötigten Formeln in Lehrbüchern erspart bleibt.

Teilweise lehrbuchartigen Charakter haben die Lösungen erhalten im dritten Teile, der u. a. auch die Kinematik und Kinetostatik ebener Systeme behandelt, und zwar deshalb, weil jene Lehrbücher, die diese für den Ingenieur wichtigen Gebiete in der anschaulichen und bequemen zeichnerischen Darstellung behandeln, meist vergriffen sind.

In den Abschnitten Kleine Schwingungen und Bewegung veränderlicher Massen wurden bei einigen schwierigeren Aufgaben die Lösungen ausführlich erläutert. Reichlicher Gebrauch wurde auch in diesem Teile von den Elementen der Vektorrechnung gemacht. Zur Lösung räumlicher Aufgaben wurde dort, wo es besonders zweckmäßig erschien, wieder das Mayor-v. Misessche Abbildungsverfahren benutzt.

Eine ansehnliche Zahl der Aufgaben in diesem Aufgabenwerke gehört zu jenen, denen der entwerfende Ingenieur sehr häufig begegnet. Da deren Lösungen stets hinzugefügt sind, so wird dieses Übungsbuch auch als kleines Nachschlagebuch dienen können. Ich hoffe, daß aber auch Lehrende aus dem Buche manche Anregung für den Unterricht empfangen werden.

Möge den Studierenden bei den ersten Gehversuchen in der Mechanik der Zugang zu ihren vielfältigen Anwendungen durch diese Aufgabensammlung erleichtert und die Freude an der weiteren Beschäftigung mit diesem Gegenstande erschlossen werden!

Meinen Mitarbeitern, den Herren Hans Egger und Gaston Reyl, habe ich zu danken für ihre Unterstützung bei der Ausarbeitung der Lösungen; beide haben mir viel Rechenarbeit erspart und einen großen Teil der Reinzeichnungen nach meinen Skizzen angefertigt. Ersterer hat auch alle Korrekturen mit mir gelesen.

Dem Springer-Verlag in Wien gebührt mein aufrichtiger Dank für seine Bereitwilligkeit, das Aufgabenwerk, das bei seinem Erscheinen durchwegs zustimmende Beurteilung gefunden hat, nunmehr in einem einzigen Bande herausgebracht zu haben.

Graz, im Sommer 1953.

K. Federhofer

Inhaltsverzeichnis

Aufgaben	Statik	Seite
I. Ebene Kraftsysteme und deren Gleichgewicht		3
II. Schwerpunkte ebener Flächen		14
III. Ebene Fachwerke		17
a) Kräftepläne von ebenen Fachwerken		17
b) Der Ausnahmefall		22
IV. Biegemomente, Quer- und Längskräfte gerader Träger		23
V. Dreigelenkbogen		28
VI. Raumkraftsystem		30
VII. Seil- und Kettenlinien		33
VIII. Stabilität des Gleichgewichts		35
a) Der auf einer festen Fläche ruhende schwere Körper		35
b) Der beliebig gestützte Körper		36
Lösungen		39—130
Kinematik und Kinetik des Punktes		
Aufgaben		
I. Geradlinige Bewegung		3
II. Kinematik der krummlinigen Bewegung		5
III. Wurfbewegung		8
IV. Zentralbewegung		10
V. Schwingungen		12
VI. Geführte Bewegung		14
VII. Relative Bewegung		18
Lösungen		25—103
Kinematik und Kinetik starrer Systeme		
Aufgaben		
I. Kinematik der ebenen Systembewegung		
a) Freies System		3
b) Zwangsläufiges System		4
II. Kinematik des räumlichen Systems		9
III. Kinetik starrer Systeme		
a) Drehung um eine feste Achse		12
b) Drehung um einen festen Punkt (Kreisel)		15
c) Ebene Bewegung		17
d) Kinetostatik		23
e) Kleine Schwingungen		26
f) Bewegung veränderlicher Massen		28
g) Stoß und plötzliche Fixierungen		29
Lösungen		35—139