

Handbibliothek für Bauingenieure

Ein Hand- und Nachschlagebuch für Studium und Praxis

Herausgegeben von

Robert Otzen

Geheimer Regierungsrat,
Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover

- I. Teil: Hilfswissenschaften 5 Bände
II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau .. 10 Bände
III. Teil: Wasserbau 8 Bände
IV. Teil: Konstruktiver Ingenieurbau 5 Bände

Inhaltsverzeichnis.

I. Teil: Hilfswissenschaften.

1. Band: Mathematik. Von Prof. Dr. phil. H. E. Timerding, Braunschweig. Mit 192 Textabbildungen. VIII und 242 Seiten. 1922. Gebunden RM 6.40
2. Band: Mechanik. Von Dr.-Ing. Fritz Rabbow, Hannover. Mit 237 Textabbildungen. VIII und 203 Seiten. 1922. Gebunden RM 6.40
3. Band: Maschinenkunde. Von Prof. H. Weihe, Berlin-Lankwitz. Mit 445 Textabbildungen. VIII und 228 Seiten. 1923. Gebunden RM 6.40
4. Band: Vermessungskunde. Von Prof. Dr. Martin Näbauer, Karlsruhe. Mit 344 Textabbildungen. X und 338 Seiten. 1922. Gebunden RM 11.—
5. Band: Betriebswissenschaft. Von Dr.-Ing. Max Mayer, Duisburg. Mit 31 Textabbildungen. IX und 219 Seiten. 1926. Gebunden RM 16.50

II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau.

1. Band: Städtebau. Von Prof. Dr.-Ing. Otto Blum, Hannover, Prof. G. Schimpff †, Aachen, und Stadtbauinspektor Dr.-Ing. W. Schmidt, Stettin. Mit 482 Textabbildungen. XII und 478 Seiten. 1921. Gebunden RM 15.—
2. Band: Linienführung. Von Prof. Dr.-Ing. Erich Giese, Charlottenburg, Prof. Dr.-Ing. Otto Blum und Prof. Dr.-Ing. Kurt Risch, Hannover. Mit 184 Textabbildungen. XII und 435 Seiten. 1925. Gebunden RM 21.—
3. Band: Unterbau. Von Prof. W. Hoyer, Hannover. Mit 162 Textabbildungen. VIII und 187 Seiten. 1923. Gebunden RM 8.—
4. Band: Oberbau und Gleisverbindungen. Von Dr.-Ing. Adolf Bloss, Dresden. Mit 245 Textabbildungen. VII und 174 Seiten. 1927. Gebunden RM 13.50
5. Band: Bahnhöfe. Von Prof. Dr.-Ing. Otto Blum, Hannover, Prof. Dr.-Ing. Ammann, Karlsruhe, und Regierungs- und Baurat a. D. v. Glinski, Chemnitz.

Erscheint im Jahre 1930.

6. Band: Eisenbahn-Hochbauten. Von Regierungs- und Baurat C. Cornelius, Berlin. Mit 157 Textabbildungen. VIII und 128 Seiten. 1921. Gebunden RM 6.40
7. Band: Sicherungsanlagen im Eisenbahnbetriebe. Auf Grund gemeinsamer Vorarbeit mit Prof. Dr.-Ing. M. Oder † verfaßt von Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. W. Cauer, Berlin; mit einem Anhang „Fernmeldeanlagen und Schranken“ von Regierungsbaurat Dr.-Ing. Fritz Gerstenberg, Berlin. Mit 484 Abbildungen im Text und auf 4 Tafeln. XVI und 459 Seiten. 1922. Gebunden RM 15.—
8. Band: Verkehr und Betrieb der Eisenbahnen. Von Prof. Dr.-Ing. Otto Blum, Hannover, Oberregierungs-Baurat Dr.-Ing. G. Jacobi, Erfurt, und Prof. Dr.-Ing. Kurt Risch, Hannover. Mit 86 Textabbildungen. XIII und 418 Seiten. 1925. Gebunden RM 21.—
9. Band: Eisenbahnen besonderer Art. Von Prof. Dr.-Ing. Ammann, Karlsruhe, und Reichsbahnoberrat Prof. H. Nordmann, Berlin. Erscheint im Jahre 1930.
10. Band: Aufgaben und Technik des neuzeitlichen Straßenbaues. Von Prof. Dr.-Ing. E. Neumann, Stuttgart. XII und 400 Seiten. 1927. Gebunden RM 29.50

III. Teil: Wasserbau.

1. Band: Grundbau. Von Prof. O. Franzius, Hannover. Unter Benutzung einer ersten Bearbeitung von Regierungsbaumeister a. D. O. Richter, Frankfurt a. M. Mit 389 Textabbildungen. XII und 360 Seiten. 1927. Gebunden RM 28.50
2. Band: See- und Seehafenbau. Von Prof. H. Proetel, Aachen. Mit 292 Textabbildungen. X und 221 Seiten. 1921. Gebunden RM 7.50
3. Band: Flußbau.
4. Band: Kanal- und Schleusenbau. Von Regierungs-Baurat Friedrich Engelhard, Oppeln. Mit 303 Textabbildungen und einer farbigen Übersichtskarte. VIII und 261 Seiten. 1921. Gebunden RM 8.50
5. Band: Wasserversorgung der Städte und Siedlungen.
6. Band: Entwässerung der Städte und Siedlungen.
7. Band: Kulturtechnischer Wasserbau. Von Geh. Reg.-Rat Prof. E. Krüger, Berlin. Mit 197 Textabbildungen. X und 290 Seiten. 1921. Gebunden RM 9.50
8. Band: Wasserkraftanlagen. Von Prof. Dr.-Ing. Adolf Ludin, Berlin. Erscheint im Jahre 1930.

IV. Teil: Konstruktiver Ingenieurbau.

1. Band: Statik des Tragwerkes. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Von Prof. Dr.-Ing. Walther Kaufmann, Hannover. Erscheint 1930.
2. Band: Der Holzbau. Von Dr.-Ing. Th. Gesteschi, Berlin. Mit 533 Textabbildungen. X und 421 Seiten. 1926. Gebunden RM 45.—
3. Band: Der Massivbau. (Stein-, Beton- und Eisenbetonbau.) Von Geh. Reg.-Rat Prof. Robert Otzen, Hannover. Mit 497 Textabbildungen. XII und 492 Seiten. 1926. Gebunden RM 37.50
4. Band: Eisenbau. Erster Teil. Von Prof. Martin Grüning, Hannover. VIII und 441 Seiten. 1929.
5. Band: Eisenbau. Zweiter Teil. Von Prof. Martin Grüning, Hannover. Erscheint im Jahre 1930.

Handbibliothek für Bauingenieure

Ein Hand- und Nachschlagebuch
für Studium und Praxis

Herausgegeben

von

Robert Otzen

Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule
zu Hannover

IV. Teil. Brücken- und Ingenieurhochbau. 1. Band:

Statik der Tragwerke

von

Walther Kaufmann



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1930

Statik der Tragwerke

Von

Dr.-Ing. Walther Kaufmann

o. Professor an der Technischen Hochschule
zu Hannover

Zweite
ergänzte und verbesserte Auflage

Mit 368 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1930

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

ISBN 978-3-662-05459-8 ISBN 978-3-662-05504-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-05504-5

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1930

Vorwort zur ersten Auflage.

Von den vorhandenen, z. T. ausgezeichneten Lehrbüchern über die Statik der Bauwerke unterscheidet sich der vorliegende Band „Statik“ der Handbibliothek für Bauingenieure als Unterteil eines dem Handgebrauch dienenden Sammelwerkes in erster Linie durch seinen gedrängten Inhalt. Nicht ein alle Aufgaben der Statik und alle Lösungsmethoden erschöpfendes Lehrbuch sollte geschaffen werden, sondern ein Wegweiser, der sowohl dem Studierenden als auch dem praktisch tätigen Ingenieur bei der Berechnung von Bauwerken Anhaltspunkte liefert und ihm über die Grundlagen der Theorie Aufschluß gibt. Auch insofern konnte in stofflicher Hinsicht eine Beschränkung eintreten, als die elementaren Gesetze der Statik starrer und elastisch fester Körper bereits im 2. Bande des 1. Teiles der Handbibliothek (Mechanik) behandelt worden sind, außerdem aber bei den sich mit der Statik der Bauwerke beschäftigenden Studierenden und Ingenieuren als bekannt vorausgesetzt werden dürfen. Das gilt insbesondere von den Sätzen über die Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte, die statischen Momente, Trägheits- und Zentrifugalmomente u. a. m.

Bei der Auswahl des Stoffes konnte sich der Verfasser auf langjährige Erfahrungen als praktisch tätiger Ingenieur, sowie als Assistent am Lehrstuhl für Statik und Eisenbau der Technischen Hochschule Hannover stützen. Wertvolle Anregungen wurden ihm auch durch Herrn Professor Grüning zuteil, dem an dieser Stelle nochmals der Dank des Verfassers ausgesprochen sei.

Ein Literaturverzeichnis am Schluß des Werkes gibt über die benutzte Literatur Aufschluß und ermöglicht bei Bedarf ein eingehenderes Quellenstudium.

Hannover, im November 1922.

W. Kaufmann.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Aus der freundlichen Aufnahme, welche meine „Statik“ bei Studierenden und Ingenieuren der Praxis gefunden hat, glaube ich entnehmen zu dürfen, daß die s. Z. gewählte knappe Form der Darstellung dem im Vorwort der ersten Auflage angedeuteten Zwecke des Buches im wesentlichen gerecht geworden ist. Aus diesem Grunde habe ich mich auch dem Wunsche der Verlagsbuchhandlung nicht verschließen können, mit Rücksicht auf die finanzielle Leistungsfähigkeit unserer Studierenden bei der zweiten Auflage von größeren Änderungen abzusehen. Da aber das Buch vollkommen neu gesetzt werden mußte, so konnten doch überall dort, wo es wünschenswert und möglich war, Verbesserungen und Ergänzungen vorgenommen sowie Literaturangaben hinzugefügt werden. Das gilt besonders für den ersten Abschnitt, in dem einige Kapitel vollkommen umgearbeitet wurden. Im zweiten Abschnitt werden neuerdings neben den Balken und Bogen auf den Seiten 36 und 58 auch einige andere statisch bestimmte Stabwerke besprochen. Das Kapitel über die Auflösung der Elastizitätsgleichungen im fünften Abschnitt ist durch Aufnahme der Gaußschen Elimination erweitert worden, die an einem Beispiel erläutert wird (S. 186 und 188), der sechste Abschnitt durch Aufnahme des zweistieligen Stockwerkrahmens von beliebiger Felderzahl. Andererseits konnten an einigen weniger wichtigen Stellen Kürzungen im Text vorgenommen werden.

Im Einverständnis mit dem Herausgeber habe ich mich zur Vermeidung von Irrtümern entschlossen, den Titel des Buches in „Statik der Tragwerke“ umzuändern, um damit anzudeuten, daß die hier angestellten Betrachtungen sich auf solche beschränken; was dabei unter einem Tragwerk verstanden wird, ist im ersten Kapitel genauer erörtert.

Meinem Assistenten, Herrn Dipl.-Ing. Waltking, bin ich für seine Unterstützung beim Lesen der Korrekturen, der Verlagsbuchhandlung für die gute Ausstattung des Buches zu Dank verpflichtet.

Hannover, im November 1929.

W. Kaufmann.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt: Allgemeine Grundlagen.	Seite
1. Begriff und Aufgabe der Statik	1
2. Die äußeren Kräfte	2
3. Die inneren Kräfte.	3
4. Die Gleichgewichtsbedingungen des starren Körpers.	4
5. Statisch bestimmte und statisch unbestimmte Systeme	8
6. Die Einflußlinie	12
7. Die Grundgleichungen der Statik des stabförmigen Trägers	14
8. Die Grundlagen der Fachwerktheorie	24
Zweiter Abschnitt: Momente, Quer- und Normalkräfte an statisch bestimmten Stabwerken.	
1. Der einfache Balken	29
I. Ruhende Belastung	30
II. Bewegliche Belastung	37
a) Einflußlinien.	37
b) A-Polygon und Maximalmomente	39
2. Freitträger, Balken mit überkragenden Enden und Gerberträger	44
3. Dreigelenkbogen und verwandte Systeme.	51
4. Kreisförmig gekrümmte Träger bei senkrecht zur Krümmungsebene wirkender Belastung	59
Dritter Abschnitt: Ermittlung der Spannkkräfte statisch bestimmter Fachwerke.	
1. Statische Verfahren für das ebene Fachwerk	64
a) Schnittmethoden	64
α) Das Culmannsche Verfahren	64
β) Das Rittersche Verfahren	68
b) Die Cremonaschen Kräftepläne	70
c) Spannkraftermittlung mit Hilfe der Einflußlinien	74
d) Die Methode der Stabvertauschung	87
2. Die kinematische Methode	89
3. Räumliche Fachwerke	109
Vierter Abschnitt: Die elastischen Formänderungen.	
1. Allgemeines	121
2. Das Prinzip der virtuellen Verrückungen	122
a) Fachwerke	122
b) Stabwerke	127
3. Die Sätze von der Gegenseitigkeit der elastischen Formänderungen	132
4. Der Castiglianosche Satz vom Differentialquotienten der Formänderungsarbeit.	135
a) Fachwerke	135
b) Stabwerke	137
5. Die Biegelinie	139
A. Die Biegelinie des ebenen Fachwerks als Seilpolygon der W -Gewichte	140
B. Die Biegelinie stabförmiger Träger.	151
a) Die Gleichung der elastischen Linie des geraden Stabes	151
b) Die Biegelinie des geraden Stabes als Seilpolygon	154
c) Die Biegelinie des steifen Stabzuges	157
C. Die Biegelinie als Einflußlinie einer elastischen Formänderung	160
6. Vollständige Darstellung der Formänderung ebener Systeme	161
A. Der Williotische Verschiebungsplan für das Fachwerk	161
B. Ableitung der totalen Verschiebungen aus der Biegelinie eines Stabzuges.	166
Fünfter Abschnitt: Theorie der statisch unbestimmten Systeme.	
1. Allgemeines	168
2. Die Elastizitäts- oder Bedingungsgleichungen für die statisch unbestimmten Größen	173
3. Auflösung der allgemeinen Elastizitätsgleichungen	183
4. Aufstellung von Elastizitätsgleichungen mit nur einer Unbekannten.	190

	Seite
Sechster Abschnitt: Die statisch unbestimmten Tragwerke.	
1. Der durchlaufende Träger	200
I. Der Träger auf drei Stützen	200
a) Vollwandige Träger	200
b) Fachwerkträger	203
II. Der Träger auf vier Stützen	207
a) Vollwandige Träger	207
b) Fachwerkträger	212
III. Der Träger auf beliebig vielen Stützen	215
A. Vollwandige Träger	215
1. Ableitung der Elastizitätsgleichungen	215
2. Auflösung der Elastizitätsgleichungen	219
a) Anwendung der Clapeyronschen Gleichung auf den Balken auf drei und vier Stützen	219
b) Allgemeine Lösung	221
c) Graphisches Verfahren im Falle eines konstanten Trägheitsmomentes	230
3. Ableitung der Feldmomente, Querkräfte und Stützenreaktionen aus den Stützmomenten	233
4. Einflußlinien	233
B. Fachwerkträger	237
IV. Der kontinuierliche Träger auf elastischen Stützen	238
2. Der beiderseits eingespannte Träger	240
3. Der Träger auf elastischer Unterlage	242
4. Rahmen	246
a) Zweistieliger Rahmen mit Fußgelenken	246
b) Dreistieliger Rahmen mit Fußgelenken	248
c) Stockwerkrahmen	253
d) Der eingespannte Rahmen	257
e) Der geschlossene Brückenrahmen	262
5. Durchlaufende Träger auf biegungsfest mit ihnen verbundenen Stielen	266
a) Systeme mit Fußgelenken	266
b) Systeme mit eingespannten Stielen	281
6. Bogenträger	283
a) Der Zweigelenkbogen	283
1. Der vollwandige Zweigelenkbogen	283
2. Der Fachwerkzweigelenkbogen	289
b) Der beiderseits eingespannte Bogen ohne Gelenke	297
1. Der Vollwandbogen	297
2. Der Fachwerkbogen	304
7. Durch einen einfachen Balken versteifte Gelenkbögen und Ketten	306
a) Langerscher Balken	306
b) Gelenkbogen mit oberem Versteifungsträger	309
c) Durch einen Fachwerkbalken versteifte Kette	311
8. Durch einen über drei Öffnungen laufenden Vollwandträger versteifte Kette	312
9. Dreifach statisch unbestimmter Bogen über drei Öffnungen	317
Literaturverzeichnis	319
Sachverzeichnis	320