

Praktische Baustatik Teil 3

Von Professor Dipl.-Ing. Gerhard Erlhof
Fachhochschule Mainz

unter Mitwirkung von

Dr.-Ing. Hans Müggenburg, Dinslaken

8., neubearbeitete und erweiterte Auflage
Mit 324 Bildern und 26 Tafeln

HLuHB Darmstadt



15818069



B. G. Teubner Stuttgart 1997

Inhalt

1 Elastische Formänderungen, Arbeitsgleichung

1.1	Einwirkungen und Auswirkungen	9
1.2	Grundgleichungen	10
1.2.1	Übersicht – 1.2.2 Gleichungen der Statik, Gleichgewichtsbedingungen – 1.2.3 Werkstoffgesetze – 1.2.4 Beziehungen zwischen inneren und äußeren Weggrößen oder geometrische Beziehungen – 1.2.5 Beispiel für die Anwendung der Grundgleichungen	
1.3	Arbeitsgleichung am elastischen Tragwerk	16
1.3.1	Mechanische Arbeit, äußere und innere Arbeit – 1.3.2 Äußere Arbeit auf eigenen und fremdverursachten Verschiebungsgrößen – 1.3.3 Formänderungsarbeit oder innere Arbeit – 1.3.4 Virtuelle Arbeit, Prinzip der virtuellen Arbeiten – 1.3.5 Prinzip der virtuellen Kraftgrößen (PvK)	
1.4	Auswertung der Integrale	26
1.4.1	Formale Integration – 1.4.2 Integrationstafel $\int MM dx$ – 1.4.3 Deutung des Ausdrucks $\int MM dx$ als Volumen	
1.5	Verschiebungsgrößen, Grundaufgaben und zugehörige Einheitsbelastungen	30
1.5.1	Übersicht – 1.5.2 Erste Grundaufgabe: Verschiebung eines Punktes – 1.5.3 Zweite Grundaufgabe: Verdrehung eines Querschnitts – 1.5.4 Dritte Grundaufgabe: Gegenseitige Verschiebung zweier Punkte – 1.5.5 Vierte Grundaufgabe: Gegenseitige Verdrehung zweier Querschnitte – 1.5.6 Fünfte Grundaufgabe: Verdrehung eines Fachwerkstabes oder einer Stabsehne – 1.5.7 Sechste Grundaufgabe: Gegenseitige Verdrehung zweier Fachwerkstäbe oder Stabsehn	
1.6	Formänderungen infolge gegebener Lagerverschiebungen und -verdrehungen	43
1.7	Veränderliches Flächenmoment I	46
1.7.1	Abschnittweise konstantes Flächenmoment I – 1.7.2 Stetig veränderliches Flächenmoment I	
1.8	Anwendungen	49
1.9	Prinzip der virtuellen Verschiebungsgrößen (PvV) an statisch bestimmten Tragwerken	54
1.9.1	Allgemeines – 1.9.2 Gang der Berechnung – 1.9.3 Anwendung – 1.9.4 Verwendung von virtuellen Einheitsverschiebungsgrößen	

2 Zustandslinien elastischer Formänderung

2.1	Punktweise Ermittlung der Biegelinie	59
2.1.1	Biegelinie des Stabwerks – 2.1.2 Biegelinie des Fachwerks	
2.2	Berechnung der Biegelinie mit Hilfe von ω -Zahlen	62
2.3	Ermittlung der Biegelinie mit Hilfe der W -Gewichte	66

3 Die Sätze von der Gegenseitigkeit der elastischen Formänderungen

3.1	Satz von Betti	67
3.2	Satz von Maxwell	68

4	Einflußlinien für Formänderungen	71
5	Kinematische Untersuchungen, statische und geometrische Bestimm- und Unbestimmtheit, Kraftgrößen- und Drehwinkelverfahren	
5.1	Übersicht, Brauchbarkeitsuntersuchungen	75
5.2	Einführung in die Kinematik starrer Körper	76
	5.2.1 Grundbegriffe – 5.2.2 Anwendungen – 5.2.3 Die F' -Figur oder kinematische Verschiebungsfigur – 5.2.4 Anwendungen	
5.3	Bestimmung des Grades der statischen Unbestimmtheit eines Tragwerks	85
	5.3.1 Übersicht – 5.3.2 Stabwerke – 5.3.3 Anwendungen – 5.3.4 Fachwerke	
5.4	Kraftgrößenverfahren und Drehwinkelverfahren	89
	5.4.1 Übersicht über die Berechnungsverfahren – 5.4.2 Gegenüberstellung KGV–DV	
6	Kraftgrößenverfahren	
6.1	Allgemeines	100
6.2	Zweifeldträger	101
	6.2.1 Belastung durch Gleichlast – 6.2.2 Verformungsfälle – 6.2.3 Temperaturänderung beim Zweifeldträger	
6.3	Zweigelenkrahmen	109
	6.3.1 Allgemeines – 6.3.2 Beispiel 1 – 6.3.3 Beispiel 2: Zweigelenkrahmen mit Zugband – 6.3.4 Beispiel 3: Zweigelenkrahmen mit geknicktem Riegel	
6.4	Versteifter Stabbogen oder Langerscher Balken	130
6.5	Zwei durch einen Stab verbundene eingespannte Stützen	138
6.6	Kehlbalkendach	139
6.7	Zweigelenkbogen	144
7	Kraftgrößenverfahren, mehrfach statisch unbestimmte Systeme	
7.1	Allgemeines	157
7.2	Gleichungen für ein zweifach statisch unbestimmtes System	157
7.3	Gleichungen für ein mehrfach statisch unbestimmtes System	161
	7.3.1 Allgemeines – 7.3.2 Aufstellen der Elastizitätsgleichungen – 7.3.3 Dreimomentengleichungen	
7.4	Anwendungen	163
	7.4.1 Beispiel 1: Zweifach statisch unbestimmter Rahmen – 7.4.2 Beispiel 2: Symmetrischer eingespannter Rahmen mit lotrechten Stielen und waagrechttem Riegel – 7.4.3 Beispiel 3: Symmetrischer eingespannter Rahmen mit geneigten Stielen – 7.4.4 Beispiel 4: Geschlossener Rahmen – 7.4.5 Beispiel 5: Stockwerkrahmen mit zwei Geschossen und zwei an den unteren Enden gelenkig gelagerten Stielen – 7.4.6 Beispiel 6: Eingespannter Bogen	
7.5	Einflußlinien	210
	7.5.1 Allgemeines, Überblick – 7.5.2 Ableitung des Verfahrens – 7.5.3 Anwendungen	

7.6	Reduktionssatz	227
7.6.1	Ableitung – 7.6.2 Anwendungen	
8	Weggrößenverfahren	
8.1	Einführung, Übersicht	233
8.2	Grundlagen	234
8.2.1	Bezeichnungen, Maßeinheiten – 8.2.2 Vorzeichenfestsetzungen –	
8.2.3	Berechnung der Stabendmomente der Einheitsverdrehungszustände	
8.2.4	Maßeinheiten – 8.2.5 Ergänzende Bemerkungen zu den Ein-	
	heitsverdrehungen	
8.3	Tragwerke mit unverschieblichen Knoten	242
8.3.1	Übersicht – 8.3.2 Anwendungen	
8.4	Tragwerke mit verschieblichen Knoten	269
8.4.1	Allgemeines, Grad der Verschieblichkeit – 8.4.2 Kinematisch oder	
	geometrisch bestimmtes Hauptsystem, Stab-Einheitsverdrehungszustände,	
	Verschiebungsgleichungen – 8.4.3 Anwendungen	
8.5	Berücksichtigung von Temperaturänderungen	298
8.5.1	Allgemeines – 8.5.2 Stabendmomente des Zustands 0 –	
8.5.3	Anwendungen	
8.6	Berechnung nach der Theorie II. Ordnung	314
8.6.1	Allgemeines – 8.6.2 Erläuterungen zur Berechnung nach Theorie	
	II. Ordnung – 8.6.3 Die Berechnung nach Theorie II. Ordnung als Ver-	
	fahren der schrittweisen Näherung – 8.6.4 Anwendungsbeispiel	
9	Berechnung von Fachwerken mit dem Verschiebungsgrößenverfahren	
	in Matrizendarstellung	
9.1	Allgemeines	327
9.2	Steiﬃgkeitsmatrizen	328
9.2.1	Die Elementsteiﬃgkeitsmatrix eines Fachwerkstabes – 9.2.2 Die	
	Gesamtsteiﬃgkeitsmatrix eines Fachwerkes	
9.3	Beispiele	332
9.3.1	Beispiel 1: Zweibock mit Zugband – 9.3.2 Beispiel 2: Ständerfach-	
	werk mit fallenden Diagonalen – 9.3.3 Beispiel 3: Innerlich statisch unbe-	
	stimmtes Fachwerk	
10	Das Verschiebungsgrößenverfahren in Matrizendarstellung für Stabwerke	
10.1	Allgemeines, Bezeichnungen	347
10.1.1	Übersicht – 10.1.2 Tragwerksmodell – 10.1.3 Koordinations-	
	systeme – 10.1.4 Bezeichnung der Schnittgrößen an den Stabenden –	
	10.1.5 Verschiebungsgrößen von Knoten und Stabenden	
10.2	Die Einzelsteiﬃgkeitsmatrix k	351
10.2.1	Die Einzelsteiﬃgkeitsmatrix in lokalen Koordinaten (k_1) –	
10.2.2	Transformation der Einzelsteiﬃgkeitsmatrix k , Überblick –	
10.2.3	Die Transformationsmatrix T – 10.2.4 Die Transformationsma-	
	trix T^t – 10.2.5 Erläuterung und Durchführung der Matrizenmultipli-	
	kationen	

10.3	Knotengleichgewichtsbedingungen und Gesamtsteifigkeitsmatrix K . . .	356
10.4	Reduktion der Gesamtsteifigkeitsmatrix	359
10.5	Verschiebungs-, Schnitt- und Stützgrößen	360
10.6	Berücksichtigung von Stablasten	361
10.7	Anwendungen	362
	10.7.1 Beispiel 1: Eingespannter Rahmen – 10.7.2 Beispiel 2: Zweigelenrahmen – 10.7.3 Beispiel 3: Variante von Beispiel 1	
Literatur		381
Sachverzeichnis		382

Für dieses Buch einschlägige Normen sind entsprechend dem Entwicklungsstand ausgewertet worden, den sie bei Abschluß des Manuskriptes erreicht hatten. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der Normblätter des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., die durch den Beuth-Verlag, Berlin und Köln, zu beziehen sind. – Sinngemäß gilt das gleiche für alle sonstigen angezogenen amtlichen Richtlinien, Bestimmungen, Verordnungen usw.