

Alf Pflüger

Statik der Stabtragwerke

Mit 170 Abbildungen



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1978

Inhaltsverzeichnis

Teil I Statik starrer Systeme

A. Stabwerke des Bauwesens und ihre Beanspruchung	1
1. Der Stab als einfachstes Bauelement	1
2. Lagerformen und Gelenke	2
3. Beispiele für Stabwerke	3
4. Beanspruchungen	4
B. Lagerreaktionen starrer Systeme	4
5. Definitionen und Annahmen	4
6. Äußerlich statisch bestimmte Systeme	5
7. Systeme mit Gelenken	7
C. Schnittgrößen	10
8. Definition der Schnittgrößen	10
9. Berechnung der Schnittgrößen aus dem Gleichgewicht am Trägerteil	12
10. Gleichgewicht am Element gerader Stäbe	14
11. Berechnung der Schnittgrößen aus dem Gleichgewicht am Element gerader Stäbe	15
11.1. Biegemoment als Doppelintegral	15
11.2. Numerische Integration	17
11.3. Einzelkräfte	18
12. Ergänzende Betrachtungen zum Gleichgewicht am Element gerader Stäbe	20
12.1. Längslasten und Lastmomente	20
12.2. Gleichgewicht am Ekelement	22
12.3. Symmetriebedingungen	23
13. Regeln für Zustandslinien gerader Stäbe	24
14. Gekrümmte Stäbe	26
14.1. Gleichgewicht am Stabelement	26
14.2. Dreigelenkbogen mit konstanter Radiallast	27
14.3. Dreigelenkbogen mit senkrechten Lasten	28
15. Stützlinie und Seilkurve	30
16. Fachwerke	31
16.1. Prinzip der Fachwerkstruktur	31
16.2. Knotengleichgewichtsbedingungen	32
16.3. Cremonaplan	33
16.4. Culmannsches und Rittersches Schnittverfahren	34
16.5. Methode der Stabvertauschung	36
D. Statisch bestimmte und unbestimmte Systeme	38
17. Abzählbedingungen beim Fachwerk	38
18. Abzählbedingungen bei Rahmen und Bögen	39
E. Kinematische Methode	40
19. Grundgedanken des Verfahrens	40
20. Kinematik ebener Systeme	41

20.1. Definitionen	41
20.2. Kinematik einer Scheibe	42
20.3. Polpläne mehrerer Scheiben	44
21. Prinzip der virtuellen Verrückungen	47
21.1. Zur Ableitung	47
21.2. Virtuelle Arbeit als Moment	49
22. Beispiel zur Anwendung der kinematischen Methode	50
23. Einflußlinien für Kraftgrößen statisch bestimmter Systeme	51
23.1. Definition der Einflußlinie	51
23.2. Methoden zur Ermittlung von Einflußlinien	53
23.3. Weiteres zur kinematischen Methode für die Ermittlung von Einflußlinien	57
23.4. Auswertung von Einflußlinien	60
F. Ausnahmefall der Statik	61
24. Erläuterung der Problemstellung. Nennerdeterminante	61
25. Benutzung der Stabvertauschung	62
26. Benutzung der Kinematik	64
G. Räumliche Systeme	65
27. Räumliche Fachwerke	65
28. Abzählbedingungen räumlicher biegesteifer Stabwerke	68
29. Räumliche Beanspruchung ebener biegesteifer Stabwerke	69
29.1. Gerade Stäbe	69
29.2. Stabwerke aus geraden Stäben	71
29.3. Gekrümmte Stäbe	72
H. Spannungen	74
30. Gleichgewichtsbedingungen	74
31. Spannungsermittlung bei ebenen Systemen	77
32. Spannungsermittlung bei räumlich beanspruchten ebenen Systemen	81

Teil II Lineare Statik

A. Grundlagen der Verformungsrechnung	83
33. Lineare und nichtlineare Statik	83
34. Hookesches Gesetz. Bezeichnungen	86
B. Formänderungsarbeit	88
35. Eigenarbeit und Verschiebungsarbeit	88
35.1. Formänderungsarbeit in der linearen Statik	88
35.2. Eigenarbeit	89
35.3. Verschiebungsarbeit	90
35.4. Formänderungsarbeit und Superpositionsgesetz	91
36. Sätze von Betti und Maxwell	92
37. Formänderungsarbeit der inneren und äußeren Kräfte	94
37.1. Definition der inneren Kräfte	94
37.2. Formänderungsarbeit der inneren Kräfte	95
37.3. Zusammenhang zwischen Arbeiten der inneren und äußeren Kräfte	98
37.4. Größe der verschiedenen Arbeitsanteile	99
38. Verformungsberechnung mit der Formänderungsarbeit	101
38.1. Benutzung der Eigenarbeit	101

38.2. Benutzung der Verschiebungsarbeit	104
38.3. Beispiele und Bemerkungen zur Verformungsrechnung	105
38.4. Resultierende Verformungen	108
C. Biegelinien	109
39. Differentialgleichungen der Biegelinie	109
39.1. Gerade Stäbe	109
39.2. Bogenträger	112
40. Biegelinien von Fachwerkträgern	115
40.1. Methode der W-Gewichte	115
40.2. Williot'scher Verschiebungsplan	119
40.3. Matrizenrechnung	120
41. Einflußlinien für Verformungsgrößen	122
D. Statisch unbestimmte Systeme – Kraftgrößen-Verfahren	124
42. Der Grundgedanke des Verfahrens	124
43. Last- und Eigenspannungszustände	125
44. Verformungsbedingungen für die statisch Unbestimmten	128
45. Rechteckrahmen als Beispiel	132
46. Castiglianosches Prinzip	134
47. Gleichungsauflösung und Rechenkontrollen	137
48. Reduktionssatz	139
49. Durchlaufender Balken	142
49.1. Dreimomentengleichung	142
49.2. Festpunktmethode	145
50. Allgemeine Last- und Eigenspannungszustände	147
50.1. Bezeichnungweise	147
50.2. Bestimmungsgleichungen für die Unbekannten	149
50.3. Anwendungen	150
51. Orthogonalisierung von Eigenspannungszuständen	154
51.1. Probiermethode	154
51.2. Elastischer Schwerpunkt	155
51.3. Lastgruppenverfahren	156
51.4. Verwendung von Affinlastgruppen	158
52. Kehrmatrix der δ -Matrix	161
53. Einflußlinien für Kraftgrößen statisch unbestimmter Systeme	164
53.1. Benutzung des $(n-1)$ -fach unbestimmten Systems	164
53.2. Benutzung eines statisch bestimmten Hauptsystems	166
E. Statisch unbestimmte Systeme – Formänderungsgrößen-Verfahren	169
54. Drehwinkelverfahren	169
54.1. Vorbemerkungen	169
54.2. Statisch und geometrisch bestimmtes Hauptsystem	170
54.3. Bezeichnungsänderungen, Stabfestwerte und Belastungsglieder	172
54.4. Knotengleichungen	175
54.5. Beispiele	177
55. Momenten-Verteilungsverfahren	180
55.1. Verfahren von Cross	180
55.2. Verfahren von Kani	184
55.3. Konvergenz der Verfahren	186
55.4. Verschiebliche Knotenpunkte	187
F. Statisch unbestimmte Systeme. Gemischte Verfahren	188
56. Übertragungsverfahren	188

G. Ergänzungen zur Formänderungsarbeit	192
57. Prinzip der virtuellen Verrückungen	192
58. Prinzip vom Minimum der potentiellen Energie	194
58.1. Ableitung	194
58.2. Anwendungen	196
Teil III Nichtlineare Statik	
A. Werkstoff-Nichtlinearität	201
59. Biegefaktor	201
60. Fließgelenktheorie	204
B. Geometrische Nichtlinearität	207
61. Theorie zweiter Ordnung	207
62. Hängebrücke	210
62.1. Rechenvoraussetzungen	210
62.2. Differentialgleichung des Versteifungsträgers	212
62.3. Bestimmung des Horizontalzuges	213
62.4. Zur Lösung der Hängebrückengleichungen	215
63. Knicken gerader Stäbe	216
63.1. Der gewöhnliche Knickstab	216
63.2. Die vier Eulerfälle	220
64. Knickbiegeprobleme	222
64.1. Druckstab mit sinusförmiger Querlast	222
64.2. Druckstab mit Einzelkraft als Querbelastung	223
64.3. Vorverformungen beim Knickstab	225
65. Durchschlagproblem	226
65.1. Fachwerk aus zwei Stäben	226
65.2. Statisch bestimmtes Stabilitätsproblem	229
C. Nichtlinearität von Geometrie und Werkstoffgesetz	230
66. Knickstab mit plastischen Verformungen	230
67. Knicksicherheit und ω -Verfahren	234
Sachverzeichnis	236