

# Inhalt

1	Allgemeine Bemerkungen zu den Programmen . . . . .	9
1.1	Zielsetzung . . . . .	9
1.2	Zur Auswahl der Programme . . . . .	9
1.3	Organisation der Rechenprogramme . . . . .	12
1.4	Spezielle programmtechnische Hinweise . . . . .	14
2	Elementmatrizen . . . . .	15
2.1	Stab in allgemeiner Lage . . . . .	15
2.2	Balken in spezieller räumlicher Lage . . . . .	16
2.3	Dirichletprobleme . . . . .	21
2.3.1	Quadratischer Ansatz im Dreieck . . . . .	21
2.3.2	Quadratischer Ansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm	22
2.3.3	Reduzierter kubischer Ansatz im Dreieck . . . . .	23
2.3.4	Kubischer Ansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm . .	25
2.3.5	Randintegrale für quadratischen und kubischen Ansatz . . . . .	27
2.3.6	Isoparametrisches quadratisches Dreieckelement . . . . .	28
2.3.7	Isoparametrisches quadratisches Viereckelement der Serendipity-Klasse . . . . .	30
2.3.8	Krummliniges Randintegral, quadratischer Ansatz . . . . .	32
2.4	Scheibenprobleme . . . . .	33
2.4.1	Quadratischer Verschiebungsansatz im Dreieck . . . . .	34
2.4.2	Quadratischer Verschiebungsansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm . . . . .	35
2.4.3	Vollständiger kubischer Verschiebungsansatz im Dreieck mit Kondensation der Schwerpunktvariablen . . . . .	36
2.4.4	Kubischer Verschiebungsansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm . . . . .	39
2.4.5	Spannungsberechnung in Elementen . . . . .	41
2.5	Plattenprobleme . . . . .	43
2.5.1	Konformes bikubisches Rechteckelement . . . . .	43
2.5.2	Nichtkonformes kubisches Dreieckelement . . . . .	46
2.5.3	Nichtkonformes kubisches Parallelogrammelement . . . . .	48

3	Der Kompilationsprozess . . . . .	50
3.1	Statisches Fachwerkproblem, Hüllenstruktur . . . . .	51
3.2	Rahmenkonstruktion unter statischer Belastung, Bandstruktur . . . . .	55
3.3	Elliptische Randwertprobleme . . . . .	58
3.3.1	Quadratische geradlinige und isoparametrische Elemente, Bandstruktur . . . . .	58
3.3.2	Kubische Elemente, Hüllenstruktur . . . . .	62
3.3.3	Quadratische Elemente, kompakte Speicherung . . . . .	66
3.4	Elliptische Eigenwertprobleme . . . . .	72
3.4.1	Quadratische Elemente, Hüllenstruktur . . . . .	72
3.4.2	Kubische Elemente, kompakte Speicherung . . . . .	76
3.5	Scheibenprobleme . . . . .	81
3.5.1	Belastete Scheibe, quadratische Ansätze, Hüllenstruktur . . . . .	81
3.5.2	Schwingende Scheibe, kubische Ansätze, kompakte Speicherung . . . . .	85
3.6	Plattenprobleme . . . . .	89
3.6.1	Belastete Platte, konforme Elemente, Bandstruktur . . . . .	89
3.6.2	Belastete Platte, nichtkonforme Elemente, kompakte Speicherung . . . . .	92
3.7	Berücksichtigung der Randbedingungen . . . . .	97
3.7.1	Statische Probleme . . . . .	97
3.7.2	Schwingungsprobleme . . . . .	99
3.7.3	Eigenvektoren der ursprünglichen Aufgabe . . . . .	102
4	Lösung der linearen Gleichungssysteme . . . . .	103
4.1	Skalierung der Gleichungssysteme . . . . .	104
4.2	Cholesky-Verfahren für Bandmatrix , . . . . .	106
4.3	Cholesky-Verfahren für hüllenorientierte Speicherung . . . . .	108
4.4	Vorkonditionierte Methoden der konjugierten Gradienten . . . . .	111
4.4.1	Die vorkonditionierte SSOR-CG-Methode . . . . .	111
4.4.2	Vorkonditionierung mit partieller Cholesky-Zerlegung . . . . .	114
5	Behandlung der Eigenwertaufgaben . . . . .	119
5.1	Reduktion auf ein spezielles symmetrisches Eigenwertproblem . . . . .	119
5.2	Zyklisches Jacobi-Verfahren mit Eigenvektorberechnung . . . . .	120

5.3 Skalierung der Matrizen, Rückskalierung der Eigenvektoren . . . . .	123
5.4 Simultane Vektoriteration . . . . .	125
5.5 Bisektionsmethode . . . . .	131
5.6 Simultane Koordinatenüberrelaxation . . . . .	143
<b>6 Hauptprogramme mit Testbeispielen . . . . .</b>	<b>149</b>
6.1 Optimale Numerierung, Algorithmus von Cuthill-McKee . . . . .	149
6.2 Statische Probleme . . . . .	156
6.2.1 Belastetes Fachwerk, Hüllenstruktur . . . . .	156
6.2.2 Belastete Rahmenkonstruktion, Bandstruktur . . . . .	161
6.2.3 Elliptische Randwertaufgaben . . . . .	164
6.2.3.1 Quadratische Ansätze, geradlinige und krummlinige Elemente, Bandstruktur . . . . .	164
6.2.3.2 Kubische Ansätze, Hüllenstruktur . . . . .	168
6.2.3.3 Quadratische Ansätze, vorkonditionierte SSOR-CG- Methode . . . . .	172
6.2.4 Scheibenprobleme mit Spannungsberechnung, Hüllenstruktur . .	176
6.2.5 Plattenprobleme . . . . .	182
6.2.5.1 Konforme Elemente, Bandstruktur . . . . .	182
6.2.5.2 Nichtkonforme Elemente, vorkonditionierte CG-Methode	185
6.3 Schwingungsprobleme . . . . .	189
6.3.1 Simultane Vektoriteration, elliptische Eigenwertaufgabe, quadratische Ansätze, Hüllenstruktur . . . . .	189
6.3.2 Bisektionsmethode, Scheibeneigenwertproblem, kubische Verschiebungsansätze, kompakte Speicherung . . . . .	196
6.3.3 Simultane Koordinatenüberrelaxation, elliptische Eigenwert- aufgabe, kubische Ansätze, kompakte Speicherung . . . . .	201
<b>Literatur . . . . .</b>	<b>207</b>
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>208</b>