

*Frank Rieg /Reinhard Hackenschmidt*

# **Finite Elemente Analyse für Ingenieure**

Eine leicht verständliche Einführung

Mit 202 Abbildungen

HANSER

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Das grundsätzliche Vorgehen.....	6
3 Etwas Elastizitätstheorie.....	24
3.1 Verschiebungen und Verzerrungen.....	24
3.2 Spannungs-Dehnungs-Relationen.....	35
4 Finite Elemente und Elementsteifigkeitsmatrizen.....	55
5 Compilation, Speicherverfahren und Randbedingungen.....	82
6 Gleichungslöser.....	110
7 Spannungen und Knotenkräfte.....	122
7.1 Spannungen.....	122
7.2 Knotenkräfte.....	130
8 Netzgenerierung krummlinig berandeter Finiter Elemente.....	131
8.1 Vorgehensweise.....	131
8.2 Mathematische Grundlagen.....	133
8.3 Beschreibung eines einfachen Netzgenerators.....	137
9 Z88: Grundlagen und Installation.....	147
9.1 Grundlagen des FE-Programmes Z88.....	147
9.2 So installieren Sie Z88 in Windows NT/95/98.....	163
9.3 So installieren Sie Z88 in UNIX.....	166
9.4 Dynamischer Speicher Z88.....	169
10 Die Z88-Module.....	174
10.1 Z88F - Der FE-Prozessor.....	174
10.2 Z88D - Der Spannungs-Prozessor.....	177
10.3 Z88E - Der Knotenkraft- Prozessor.....	177
10.4 Z88N - Der Netzgenerator.....	177
10.5 Z88P - Das Plotprogramm.....	180
10.6 Z88X - Der CAD-Konverter.....	188
10.7 Z88G - Der Cosmos-Konverter.....	203
10.8 Z88H - Das CUTHILL-McKee Programm.....	204
10.9 Z88V - Der Filechecker.....	206

11	Eingabedateien erzeugen.....	207
11.1	Allgemeines.....	207
11.2	Allgemeine Strukturdaten Z88II.TXT.....	210
11.3	Netzgeneratordatei Z88NI.TXT.....	213
11.4	Randbedingungen Z88I2.TXT.....	218
11.5	Spannungsparameter-File Z88I3.TXT.....	221
12	Beschreibung der Finiten Elemente.....	223
12.1	Hexaeder Nr. 1 mit 8 Knoten.....	223
12.2	Balken Nr. 2 mit 2 Knoten im Raum.....	224
12.3	Scheibe Nr. 3 mit 6 Knoten.....	226
12.4	Stab Nr. 4 im Raum.....	227
12.5	Welle Nr. 5 mit 2 Knoten.....	228
12.6	Torus Nr. 6 mit 3 Knoten.....	230
12.7	Scheibe Nr. 7 mit 8 Knoten.....	231
12.8	Torus Nr. 8 mit 8 Knoten.....	233
12.9	Stab Nr. 9 in der Ebene.....	234
12.10	Hexaeder Nr. 10 mit 20 Knoten.....	235
12.11	Scheibe Nr. 11 mit 12 Knoten.....	237
12.12	Torus Nr. 12 mit 12 Knoten.....	238
12.13	Balken Nr. 13 in der Ebene.....	240
12.14	Scheibe Nr. 14 mit 6 Knoten.....	241
12.15	Torus Nr. 15 mit 6 Knoten.....	243
12.16	Tetraeder Nr. 16 mit 10 Knoten.....	245
12.17	Tetraeder Nr. 17 mit 4 Knoten.....	247
13	Beispiele.....	250
13.0	Allgemeines.....	250
13.1	Schraubenschlüssel aus Scheiben Nr. 7.....	253
13.2	Kranträger aus Stäben Nr. 4.....	262
13.3	Getriebewelle mit Welle Nr. 5.....	268
13.4	Biegeträger mit Balken Nr. 13.....	274
13.5	Plattensegment aus Hexaedern Nr. 1.....	278
13.6	Rohr unter Innendruck, Scheibe Nr. 7.....	284
13.7	Rohr unter Innendruck, Tori Nr. 8.....	290
13.8	Motorkolben.....	296
13.9	RINGSPANN-Scheibe.....	300
13.10	Druckkessel.....	303
13.11	Motorrad-Kurbelwelle.....	308
13.12	Drehmoment-Meßnabe.....	313
13.13	Ebener Rahmen.....	316

13.14 Aufgepreßtes Zahnrad .....	318
13.15 3D-Schraubenschlüssel .....	326
13.16 Kraftmeßelement, Scheiben Nr. 7 .....	340
Quellen und weiterführende Literatur .....	353
Abbildungsverzeichnis .....	355
Tabellenverzeichnis .....	361
Stichwortverzeichnis .....	362