

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	Literatur	5
2	Grundlagen der Matrizenrechnung	7
2.1	Notation und elementare Matrix-Algebra	8
2.2	Spezielle Matrizen	14
2.3	Variationsverfahren und lineare Gleichungssysteme	17
	Literatur	25
	Internet-Verweise	26
3	Objektorientierte Matrizen	27
3.1	Indizierung und Speicherung von Matrizen	29
3.2	Vierdimensionale Hypermatrix	33
3.3	Basisklasse MATRIZEN	36
3.3.1	Allgemeine Matrizenmethoden	37
3.3.2	Mitgliedsfunktionen für lineare Gleichungssysteme	44
3.4	Matrizenklassen MATRIX und intMATRIX	48
3.4.1	Unterklassen e_MATRIX und delta_MATRIX	57
3.4.2	Unterklassen VEKTOR und intVEKTOR	60
3.4.3	Unterklasse qMATRIX zur Matrizendivision	64
	Literatur	67
	Internet-Verweise	67
4	Grundlagen der Tensorrechnung	69
4.1	Tensor-Algebra in kartesischen Bezugssystemen	71
4.2	Tensor-Algebra in schiefwinkligen Bezugssystemen	73
4.3	Transformationen und Invarianten von Tensoren 1. Stufe	77
4.4	Tensoren höherer Stufe	80
4.5	Spezielle Tensoren	82
4.6	Objektorientierte Basisvektoren	87
4.6.1	Tensorklasse BASIS	88
4.6.2	Objektorientierte Funktion METRIK	91

Literatur	99
Internet-Verweise	99
5 Dreidimensionale Visualisierung der Vektor-Objekte	101
5.1 Zentral- und Parallel-Perspektiven im dreidimensionalen Raum	103
5.1.1 Ermittlung der Bildbasis	105
5.1.2 Ermittlung der Bildpunkte	107
5.1.3 Stereo-Projektion für duale Augen	109
5.2 Tensorklasse PERSPEKTIVE	110
5.3 Graphikklasse PyPLOT	114
5.4 Graphikfunktion BASIS_3D für Basisvektoren und Tensor-Objekte	117
Internet-Verweise	133
6 Tensoranalysis für Finite Elemente	135
6.1 Differentialgeometrie mit krummlinigen Koordinaten	136
6.2 Kovariante Ableitung und symbolische Operatoren	142
6.3 Integralsätze räumlicher Kontinua	146
6.4 Diskretisierung mit Finiten Elementen	148
6.4.1 Geometrie des Viereck-Elementes	150
6.4.2 Geometrie des Dreieck-Elementes	155
6.5 Fehlerquadrat-Approximation mit Finiten Elementen	162
6.6 Steifigkeitsbeziehungen für ausgewählte Beispiele	165
6.6.1 Steifigkeitsbeziehung des Viereck-Elementes	167
6.6.2 Steifigkeitsbeziehung des Dreieck-Elementes	172
Literatur	176
7 Objektorientierte Numerik für Finite Elemente	177
7.1 Matrizen-Objekte der Elementfunktion PARALLELOGRAMM	179
7.2 Matrizen-Objekte der Elementfunktion DREIECK	202
Internet-Verweise	223
8 Schlusswort	225
Literatur	228
9 Verzeichnisse	229
Literaturverzeichnis	229
Internet-Verweise	230
Abbildungsverzeichnis	233
Tabellenverzeichnis	235
Programmlistenverzeichnis	237
Sachverzeichnis	239