

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur ersten Auflage	V
Vorwort zur zweiten Auflage	VII
Vorwort zur dritten Auflage	IX
1 Wichtige Phänomene des numerischen Rechnens	1
1.1 Numerische Algorithmen und Fehler	3
1.2 Fehlerfortpflanzung, Kondition und numerische Instabilität	8
1.3 Rundungsfehler bei Gleitpunkt-Arithmetik	19
1.4 Aufgaben	32
2 Lineare Gleichungssysteme	39
2.1 Auflösung gestaffelter Systeme	39
2.2 <i>LU</i> -Faktorisierung und Gauß-Elimination	44
2.3 Pivot-Strategien und Nachiteration	50
2.4 Systeme mit speziellen Eigenschaften	71
2.4.1 Positiv definite Systeme	71
2.4.2 Tridiagonale Gleichungssysteme	76
2.4.3 Die Formel von Sherman und Morrison	81
2.5 Genauigkeitsfragen, Fehlerabschätzungen	84
2.5.1 Normen	84
2.5.2 Singulärwertzerlegung, SVD	90
2.5.3 Fehlerabschätzungen, Kondition	95
2.5.4 Rundungsfehleranalyse der Gauß-Elimination	102
2.6 Iterative Verfahren	111
2.6.1 Konvergenz der Nachiteration	111
2.6.2 Spektralradius und Konvergenz einer Matrix	112
2.6.3 Spezielle Iterationsverfahren	115
2.6.4 Ausblick: Entwicklung neuer Iterationsverfahren	126

2.7	Aufgaben	136
3	Eigenwertprobleme	145
3.1	Eigenwerte und Eigenvektoren	145
3.1.1	Stetigkeitsaussagen	147
3.1.2	Eigenschaften symmetrischer Matrizen	150
3.1.3	Gerschgorin Kreise	151
3.2	Nichtsymmetrisches Eigenwertproblem: die Potenzmethode	155
3.2.1	Das Grundverfahren	155
3.2.2	Inverse Potenzmethode	160
3.2.3	Deflationstechniken	162
3.3	Symmetrisches Eigenwertproblem: <i>QR</i> -Methode	165
3.3.1	Transformationsmatrizen: Givens-Rotationen	165
3.3.2	Transformationsmatrizen: Householder-Reflexionen	172
3.3.3	Transformationsmatrizen: Schnelle Givens-Transformationen	177
3.3.4	<i>QR</i> -Algorithmus für symmetrische Eigenwertprobleme	182
3.4	Aufgaben	187
4	Nichtlineare Gleichungen in einer Variablen	195
4.1	Problemstellung	195
4.2	Fixpunkt-Iteration	199
4.3	Newton-Verfahren	205
4.4	Das Verfahren von Müller	211
4.5	Intervall-Verfahren	215
4.6	Fehleranalyse der Iterationsverfahren	219
4.7	Techniken zur Konvergenzbeschleunigung	226
4.8	Globalisierung lokal konvergenter Verfahren	231
4.8.1	Dämpfungsstrategien	232
4.8.2	Homotopieverfahren	234
4.9	Nullstellen reeller Polynome	239
4.9.1	Anwendung des Newton-Verfahrens	239
4.9.2	Das QD-Verfahren	250
4.10	Aufgaben	257
5	Nichtlineare Gleichungen in mehreren Variablen	265
5.1	Fixpunkte von Funktionen mehrerer Variablen	265
5.2	Newton-Verfahren	268
5.3	Quasi-Newton-Verfahren	274
5.4	Das Verfahren von Brown	279
5.5	Nichtlineares Ausgleichsproblem	286
5.5.1	Problemstellung	286

5.5.2	Gauß-Newton-Verfahren	288
5.5.3	Abstiegsverfahren	292
5.5.4	Levenberg-Marquardt-Verfahren	296
5.6	Deflationstechniken	302
5.7	Zur Kondition nichtlinearer Gleichungen	307
5.8	Aufgaben	310
6	Interpolation und Polynom-Approximation	317
6.1	Taylor-Polynome	318
6.2	Interpolation und Lagrange-Polynome	322
6.3	Vandermonde-Ansatz	330
6.4	Iterierte Interpolation	332
6.5	Dividierte Differenzen	336
6.6	Hermite-Interpolation	349
6.7	Kubische Spline-Interpolation	356
6.8	Trigonometrische Interpolation, DFT und FFT	370
6.9	Aufgaben	384
7	Ausgleichsprobleme, Methode der Kleinsten Quadrate	391
7.1	Diskrete Kleinste-Quadrate Approximation	391
7.1.1	Polynomapproximationen	391
7.1.2	Empirische Funktionen	398
7.1.3	Nichtlineare Approximation	404
7.2	Stetige Kleinste-Quadrate-Approximation	408
7.2.1	Polynomapproximation	408
7.2.2	Approximation mit verallgemeinerten Polynomen	413
7.2.3	Harmonische Analyse	415
7.2.4	Konstruktion von Orthogonalsystemen	418
7.3	Aufgaben	428
8	Kleinste-Quadrate-Lösungen	435
8.1	Einführung	435
8.2	Eigenschaften der QR -Faktorisierung	437
8.3	Gram-Schmidt-Verfahren	439
8.4	Kleinste Quadrate Probleme	443
8.5	Methode der Normalgleichungen	448
8.6	LS-Lösung mittels QR -Faktorisierung	454
8.7	LS-Lösung mittels MGS	457
8.8	Schnelle Givens LS-Löser	460
8.9	Das LS-Problem für eine Matrix mit Rangabfall	462
8.10	Aufgaben	471

9 Numerische Differentiation und Integration	475
9.1 Numerische Differentiation	476
9.1.1 Beliebige Stützstellenverteilung	476
9.1.2 Äquidistante Stützstellenverteilung	482
9.1.3 Numerische Differentiation mit gestörten Daten	484
9.1.4 Differentiationsformeln ohne Differenzen	487
9.1.5 Extrapolation nach Richardson	491
9.2 Numerische Integration	496
9.2.1 Grundformeln zur Integration	497
9.2.2 Zusammengesetzte Quadraturformeln	507
9.2.3 Adaptive Techniken	512
9.2.4 Romberg-Integration	516
9.2.5 Gaußsche Quadraturformeln	521
9.3 Aufgaben	528
Literaturverzeichnis	535
Liste der verwendeten Symbole	545
Verzeichnis der Algorithmen	547
Verzeichnis der Matlab-Programme	549
Tabellenverzeichnis	551
Abbildungsverzeichnis	553
Index	555