

Inhaltsverzeichnis

1 Lineare Gleichungssysteme – direkte Verfahren	11
1.1 Lineare Gleichungssysteme	12
1.2 Gauß-Algorithmus und LU-Zerlegung	15
1.3 Fallstudie: Berechnung von Stabkräften im Fachwerk	24
1.4 Cholesky-Zerlegung	30
1.5 Fallstudie: Berechnung von Verschiebungen und Stabkräften im Fachwerk	35
1.6 Aufgaben	45
2 Nichtlineare Gleichungen und Gleichungssysteme	47
2.1 Nichtlineare Gleichungen	47
2.1.1 Einleitung	48
2.1.2 Newton-Verfahren	49
2.1.3 Verfahren der einfachen Iteration	53
2.1.4 Bisektionsverfahren	56
2.1.5 Regula falsi und Sekantenverfahren	58
2.2 Fallstudie: Wasserabsenkung in einem vollkommenen Brunnen	61
2.3 Fallstudie: Spiegellinie eines Fließgewässers	66
2.4 Fallstudie: Berechnung einer Streichwehranlage	71
2.5 Fallstudie: Berechnung des internen Zinsfußes	74
2.6 Nichtlineare Gleichungssysteme	78
2.7 Fallstudie: Berechnung von Wasserversorgungsnetzen	81
2.8 Fallstudie: Berechnung von Dübelkräften in einer Ankerplatte	89
2.9 Aufgaben	94
3 Interpolation	97
3.1 Polynominterpolation	97
3.2 Newton-Interpolation	99
3.3 Lagrange-Interpolation	106
3.4 Kubische Interpolationssplines	110

3.5 Fallstudie: Straßenachsen in CAD-Systemen	118
3.6 Kubische Approximationssplines	125
3.7 Fallstudie: Proctorversuch	129
3.8 Bilineare Interpolation	131
3.9 Fallstudie: Berechnung eines unvollkommenen Überfalls	134
3.10 Aufgaben	136
4 Numerische Integration	138
4.1 Quadraturformel und Fehlerabschätzung	138
4.2.1 Geschlossene Newton-Cotes-Formeln	140
4.2.1 Rechtecksregel	140
4.2.2 Trapezregel	140
4.2.3 Simpsonregel	140
4.2.4 Newton-3/8-Regel	141
4.2.2 Offene Newton-Cotes-Formeln	141
4.3.1 Mittelpunkt-Rechtecksregel	142
4.3.2 Offene Newton-Cotes-Formel mit zwei Stützstellen	142
4.3.3 Offene Newton-Cotes-Formel mit drei Stützstellen	143
4.3.2 Zusammengesetzte Quadraturformeln	143
4.4.1 Geschlossene Newton-Cotes-Formeln	144
4.4.2 Offene Newton-Cotes-Formeln	145
4.4.2 Gauß-Quadraturformeln	147
4.6 Methode von Romberg	151
4.7 Fallstudie: Berechnung von Punkten einer Klothoide	154
4.8 Fallstudie: Mengenermittlung	159
4.9 Fallstudie: Seerückhalt bei gesteuertem Abfluss	162
4.10 Aufgaben	165
5 Numerische Differenziation	168
5.1 Konstruktion von Ableitungsformeln mit Interpolationspolynomen	168
5.1.1 Fehler bei der Approximation von Ableitungen	171
5.1.2 Konstruktion mit der Taylor-Zerlegung	173

INHALTSVERZEICHNIS	9
5.1.3 Rekursive Konstruktion	175
5.2 Differenziation fehlerbehafteter Funktionen	177
5.3 Fallstudie: Durchbiegung eines Balkens	179
5.4 Aufgaben	181
6 Ausgleichsrechnung	183
6.1 Methode der kleinsten Fehlerquadrate	183
6.2 Lineare Ausgleichsprobleme	185
6.3 Fallstudie: Plattendruckversuch	189
6.4 Fallstudie: Kelchüberfälle bei vollkommenem Abfluss	191
6.5 Nichtlineare Ausgleichsprobleme	194
6.6 Fallstudie: Ermittlung des Sättigungsverlaufes poröser Medien	198
6.7 Aufgaben	200
7 Gewöhnliche Differenzialgleichungen	203
7.1 Anfangswertprobleme	203
7.1.1 Polygonzugverfahren von Euler	204
7.1.2 Trapezverfahren	205
7.1.3 Diskretisierungsfehler und Fehlerordnung	208
7.1.4 Runge-Kutta-Verfahren	211
7.1.5 Verfahren der Taylor-Reihe	215
7.2 Fallstudie: Flusslaufrückhalt	218
7.3 Fallstudie: Seerückhalt	222
7.4 Fallstudie: Schwingungsverhalten bei Stoßbelastung	226
7.5 Randwertprobleme – Methode der finiten Elemente (FEM)	229
7.6 Fallstudie: Biegelinie eines Balkens	236
7.7 Aufgaben	246
Literaturverzeichnis	248
Sachwortverzeichnis	250